



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA DESARROLLO SOSTENIBLE

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA
IMPLEMENTACION DE CORRIENTE
CONTINUA EN VIVIENDAS FAMILIARES
AISLADAS DE LA RED EN LAS ISLAS
GALAPAGOS”**

AUTOR: MORENO BUNGACHO, DIEGO PAUL

TUTOR: ESCRIVA CASTELLS, ALBERTO

Curso Académico: 2018-19

“Fecha 02/2019”



AGRADECIMIENTOS

“A mi familia

A mi tutor”

“



RESUMEN

El presente documento recopila información relacionada con el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en una región específica, con la finalidad de utilizarlos para la generación de energía eléctrica y de esta manera reducir el impacto ambiental producido por métodos convencionales de producción de energía basados en la transformación energética de combustibles fósiles en electricidad. Debido a que el archipiélago de las islas Galápagos perteneciente a la República del Ecuador, se considera un ambiente vulnerable y susceptible a cambios dentro de su muy extensa y variada flora y fauna; se ha planteado la posibilidad del aprovechamiento del potencial solar del cual dispone la región para la producción de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico capaz de generar, almacenar y proveer la energía requerida por los equipos eléctricos dentro de una vivienda familiar.

Cabe mencionar que, dicha información ha servido de punto de partida para el análisis de la factibilidad de la implementación de corriente continua en viviendas familiares. Este análisis evalúa las características demográficas de la región en concreto, así como los requerimientos energéticos típicos dentro de una vivienda en la zona para posteriormente verificar la disponibilidad comercial de los equipos alimentados por corriente continua necesarios para proveer confort dentro del hogar y además definir las posibles alternativas para la generación de energía por sistemas fotovoltaicos a distintos niveles de voltaje que satisfagan los requerimientos de los electrodomésticos.

Este trabajo de fin de Master sugiere las alternativas de equipamiento doméstico de acuerdo con el nivel de tensión disponible, así como los posibles equipos alternativos que conjuntamente con un sistema de generación fotovoltaico, sin la utilización de inversores de corriente, garanticen la viabilidad del proyecto.

Palabras Clave: Fotovoltaico, Corriente continua, Galápagos, Potencial solar

RESUM

Aquest document recull informació relacionada amb l'ús dels recursos naturals disponibles en una regió específica, amb la finalitat d'utilitzar-los per a la generació d'energia elèctrica i d'aquesta manera reduir l'impacte ambiental produït pels mètodes convencionals de producció d'energia basats en l'energia de la transformació combustibles fòssils en electricitat. A causa de l'arxipèlag de les Illes Galápagos pertanyent a la República de l'Equador, es considera un entorn vulnerable i susceptible de canvis dins de la seva flora i fauna molt extensa i variada, la possibilitat d'utilitzar el potencial solar disponible a la regió per a la producció d'electricitat a través d'un sistema fotovoltaic capaç de generar, emmagatzemar i subministrar l'energia requerida per equips elèctrics dins d'una llar familiar.

Cal esmentar que aquesta informació ha servit de punt de partida per a l'anàlisi de la viabilitat de la implementació de corrents directes en habitatges familiars. Aquesta anàlisi avalua les característiques demogràfiques de la regió en particular, així com els requisits energètics típics d'una vivenda a la zona per verificar posteriorment la disponibilitat comercial dels equips alimentats per corrent directe necessaris per proporcionar confort dins de la llar i també definir el possible alternatives per a la generació d'energia per sistemes fotovoltaics a diferents nivells de voltatge que satisfan els requisits dels aparells.

Aquest projecte final de mà proposa les alternatives d'equipament domèstic d'acord amb el nivell de tensió disponible, així com els possibles equips alternatius que, juntament amb un sistema de generació fotovoltaica, sense l'ús d'inversors corrents, garanteixen la viabilitat del projecte.

Paraules clau: Corrent fotovoltaica, Corrent directa, Galápagos, potencial solar



ABSTRACT

This document collects information related to the use of natural resources available in a specific region, with the purpose of using them for the generation of electrical energy and in this manner reduce the environmental impact produced by conventional methods of energy production based on the transformation energy from fossil fuels in electricity. Because of the archipelago of the Galapagos Islands belonging to the Republic of Ecuador, is considered a vulnerable environment and susceptible to changes within its very extensive and varied flora and fauna, the possibility of using the solar potential available in the region for the production of electricity through a photovoltaic system capable of generating, storing and supplying the energy required by electrical equipment within a family home has been raised.

It should be mentioned that this information has served as a starting point for the analysis of the feasibility of the implementation of direct current in family homes. This analysis assesses the demographic characteristics of the region in particular, as well as the typical energy requirements within a dwelling in the area to later verify the commercial availability of the equipment fed by direct current necessary to provide comfort within the home and also define the possible alternatives for the generation of energy by photovoltaic systems at different voltage levels that satisfy the requirements of the appliances.

This end-of-master project suggests the alternatives of domestic equipment in accordance with the available voltage level, as well as the possible alternative equipment that together with a photovoltaic generation system, without the use of current inverters, guarantee the viability of the project.

Keywords: Photovoltaic, Direct current, Galapagos, Solar potential

INDICE

1	INTRODUCCION	7
1.1	Antecedentes	7
1.2	Justificación	8
1.3	Objetivos	8
1.4	Marco Teórico	9
1.4.1	Fuentes primarias de energía	9
1.4.2	Consumo energético sector residencial	9
1.4.3	Información demográfica y de vivienda	10
1.4.4	Escenario energético actual del archipiélago	12
1.4.5	Demanda de energía en una vivienda	15
2	METODOLOGIA DE TRABAJO	17
2.1	Equipos disponibles en DC	17
2.1.1	Equipamiento de cocina	17
2.1.2	Equipamiento de sala comedor y habitaciones.....	20
2.1.3	Equipamiento misceláneo	23
2.2	Evaluación de convertibilidad de equipos AC a DC.....	27
2.2.1	Equipos de cocina	27
2.2.2	Equipamiento Misceláneo	31
2.3	Implementación de un sistema de corriente continua en una vivienda	35
2.3.1	Disponibilidad de espacio	35
2.3.2	Cableado interior	35
2.3.3	Puntos de conexión.....	38
2.4	Agua Caliente Sanitaria	39
2.4.1	Métodos de producción de ACS	39
2.5	Bombeo de agua mediante sistemas fotovoltaicos	40
2.6	Vehículo eléctrico.....	41
3	DATOS, CALCULOS Y RESULTADOS	45
3.1	Recurso solar	45
3.2	Estimación de la demanda	51
3.2.1	Demanda equipos de cocina.....	51
3.2.2	Demanda equipos de habitaciones	52

3.2.3	Demanda equipos de Sala – Comedor	52
3.2.4	Demanda equipos misceláneos	55
3.2.5	Demanda de equipos DC Vs AC	55
3.2.6	Demanda total	56
3.3	Componentes del sistema fotovoltaico	57
3.3.1	Generador fotovoltaico.....	58
3.3.2	Baterías	61
3.3.3	Regulador de carga	64
3.3.4	Cuadro de maniobra, control y protección.....	65
3.3.5	Convertidor DC/DC	66
3.3.6	Cableado	66
3.3.7	Protecciones eléctricas	71
3.3.8	Terminales de conexión	72
3.3.9	Sistema fotovoltaico para vehículo eléctrico.....	74
3.3.10	Inversor	77
3.4	Bombeo de agua	79
3.5	Dimensionamiento de calentador solar.....	81
3.6	Requerimientos del personal	82
3.7	Análisis de resultados.....	83
4	EVALUACION ECONOMICA	85
4.1	Componentes del sistema fotovoltaico	85
4.1.1	Escenario 1: Sistema a 12 V	85
4.1.2	Escenario 2: Sistema a 48 V	86
4.1.3	Escenario 3: Sistema a 110 V	87
4.1.4	Escenario 4: Sistema a 240 V	88
4.2	Equipos para la vivienda.....	89
4.3	Instalación DC vs AC	91
4.4	Instalación para carga de vehículo eléctrico.....	94
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
6	REFERENCIAS	97
	ANEXOS	99



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Potencia Efectiva por tipo de central.....	9
Figura 2: Promedio de ocupantes en vivienda particular.....	12
Figura 3: Fuente de energía para cocción de alimentos.....	12
Figura 4: Consumo per cápita anual por provincia (kWh/hab)	14
Figura 5: Demanda de energía eléctrica en Galápagos (enero 1999 - diciembre 2017)	14
Figura 6: Equipos domésticos típicos AC	15
Figura 7: Equipos domésticos típicos DC	16
Figura 8: Diagrama eléctrico de un refrigerador DC.....	18
Figura 9: Esquema de las resistencias eléctricas de un horno	19
Figura 10: Parte posterior Televisor 24" DC	21
Figura 11: Adaptador DC Laptop.....	22
Figura 12: Esquema de operación del sistema de aire acondicionado DC.....	23
Figura 13: Componentes internos de una Plancha eléctrica	26
Figura 14: Principio de funcionamiento de un lavaplatos	29
Figura 15: ACS proveniente de colectores solares	30
Figura 16: Componentes de un calentador de agua eléctrico.....	32
Figura 17: Componentes internos de una lavadora	33
Figura 18: Diagrama eléctrico de una lavadora	34
Figura 19: Componentes de un cable eléctrico	36
Figura 20: Sección de cable para una carga dada, según el nivel de tensión.....	38
Figura 21: Tomacorrientes, boquillas e interruptores para equipos AC	38
Figura 22: Diagrama de un calentador solar termosifón.....	39
Figura 23: Componentes de un sistema de bombeo fotovoltaico	40
Figura 24: Recarga de un vehículo eléctrico (EV) desde paneles fotovoltaico utilizando un inversor y cargador	42
Figura 25: Recarga de un vehículo desde módulos fotovoltaicos o desde la red	42
Figura 26: Irradiación Solar Directa Normal	46
Figura 27: Irradiación Solar Global Horizontal.....	46
Figura 28: Puerto Ayora - Isla Santa Cruz.....	47
Figura 29: Puerto Baquerizo Moreno - Isla San Cristóbal.....	48
Figura 30: Irradiación Global Horizontal anual, Isla Santa Cruz.....	49



Figura 31: Irradiancia diaria para el ángulo óptimo de inclinación	50
Figura 32: Perfil de temperatura mensual.....	53
Figura 33: Temperatura horaria mes de marzo.....	53
Figura 34: Respuestas sensoriales, fisiológicas y de salud humanas relacionadas con la exposición prolongada	54
Figura 35: Consumo energético según el tipo de consumo	56
Figura 36: Esquema de un sistema fotovoltaico asilado de la red	57
Figura 37: Cantidad de módulos requeridos según el nivel de tensión	60
Figura 38: Área requerida para la instalación según el nivel de tensión.....	60
Figura 39: Acumulador de carga formado por vasos estacionarios	61
Figura 40: Cantidad de baterías según el tipo de consumo de energía	63
Figura 41: Cuadro de maniobra y control	65
Figura 42: Circuito básico de un convertidor DC/DC	66
Figura 43: Distribución referencial, Planta baja, Fuente: Propia.....	68
Figura 44: Distribución referencial, Primera planta, Fuente: Propia.....	68
Figura 45: Esquema de una planta fotovoltaica, componentes y protecciones	72
Figura 46: Accesorio Dual USB/Enchufe 81144BL	73
Figura 47: Accesorio Dual USB/Enchufe y 12/24 VDC Voltímetro LED 81181BL.....	73
Figura 48: Enchufe para bulbos LED GU1 0	73
Figura 49: Distancia referencial dentro de la Isla Santa Cruz	74
Figura 50: Sistema fotovoltaico con inversor de carga.....	77
Figura 51: Disponibilidad y factibilidad de uso de equipos de acuerdo al nivel de tensión del sistema fotovoltaico.....	84
Figura 52: Influencia de los componentes en el costo total.....	85
Figura 53: Influencia de los componentes en el costo total.....	86
Figura 54: Influencia de los componentes en el costo total.....	87
Figura 55: Influencia de los componentes en el costo total.....	88
Figura 56: Costo referencial de los equipos según el nivel de tensión a instalar	89
Figura 57: Influencia de los componentes en el costo final	93
Figura 58: Instalación DC vs AC.....	93



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Porcentajes del consumo energético en el sector residencial	10
Tabla 2: Población por Cantones y tasas de crecimiento anual	11
Tabla 3: Tipos de viviendas según el Cantón	11
Tabla 4: Potencia y número de centrales por provincia y tipo de fuente	13
Tabla 5: Sección de cable DC para distintos voltajes para un microondas.....	19
Tabla 6: Sección del cable DC para distintos voltajes para un horno	20
Tabla 7: Comparación de potencia y lúmenes por tipo de dispositivo, [11]	24
Tabla 8: Características de cada tecnología, [11]	24
Tabla 9: Sección de cable para distintos voltajes para una plancha	27
Tabla 10: Sección de cable para diferentes tipos de cocinas y voltajes	28
Tabla 11: Sección de cable para distintos voltajes para un lavavajillas.....	30
Tabla 12: Sección de cable para distintos voltajes para un calentador eléctrico.....	32
Tabla 13: Sección de cable para distintos voltajes para una lavadora	34
Tabla 14: Sección de cable de acuerdo al voltaje de alimentación	37
Tabla 15: Conectores de carga AC, DC y niveles de potencia en Europa y Estados Unidos	41
Tabla 16: Irradiación Global Horizontal [kWh/m ²], Isla Santa Cruz.....	48
Tabla 17: Irradiación Global Horizontal [kWh/m ²], Isla San Cristóbal.....	49
Tabla 18: Irradiación promedio diaria por mes en Isla Santa Cruz.....	51
Tabla 19: Demanda de energía cocina [Wh/día]	52
Tabla 20: Demanda de energía en habitaciones [Wh/día]	52
Tabla 21: Demanda de energía en sala - comedor [Wh/día].....	54
Tabla 22: Demanda de energía equipos misceláneos [Wh/día].....	55
Tabla 23: Demanda energética de Equipos DC [Wh/día]	55
Tabla 24: Demanda energética de Equipos modificados de AC a DC.....	55
Tabla 25: Demanda total de energía en una vivienda [Wh/día].....	56
Tabla 26: Indicadores energéticos para cada tipo de consumo analizado.....	57
Tabla 27: Consumo de energía y potencia requerida según el nivel de tensión.....	57
Tabla 28: Parámetros de cada escenario	60
Tabla 29: Características de los sistemas de almacenamiento	63
Tabla 30: Características del sistema de regulación de carga según el tipo de consumo.....	65
Tabla 31: Secciones de cable por tramos para 12 V	69



Tabla 32: Secciones de cable (mm ²) por tramos para diferentes voltajes	69
Tabla 33: Secciones de cable, para equipos DC.....	70
Tabla 34: Funcionabilidad de equipos según el nivel de tensión	71
Tabla 35: Potencia de inversores de corriente requerida	78
Tabla 36: Demanda de agua por servicio.....	79
Tabla 37: Potencia en función de la profundidad de bombeo	80
Tabla 38: Funcionabilidad del bombeo de agua de acuerdo al nivel de tensión	80
Tabla 39: Precio referencial de componentes, escenario 1	85
Tabla 40: Precio referencial de componentes, escenario 2.....	86
Tabla 41: Precio referencial de componentes, escenario 3.....	87
Tabla 42: Precio referencial de componentes, escenario 4.....	88
Tabla 43: Precio referencial de equipos	90
Tabla 44: Precio referencial de equipos	90
Tabla 45: Precio referencial de equipos	90
Tabla 46: Costo referencial de los componentes según el sistema.....	91
Tabla 47: Costo referencial de los componentes según el sistema.....	92
Tabla 48: Costo referencial de los componentes	94

1 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

Desde hace algunos años se ha evidenciado mediante estudios científicos que el cambio climático es consecuencia directa de la contaminación emitida por las actividades cotidianas del ser humano según lo reporta la Organización de las Naciones Unidas (ONU), dicha contaminación se produce en su mayor parte por la emisión de CO₂ generado en actividades industriales, transporte e incluso actividades domésticas. Una de las medidas más relevantes que se ha emprendido desde algún tiempo atrás, es el uso de los recursos naturales renovables que contribuyan a generar energía limpia con el menor impacto ambiental posible. De acuerdo con los tratados firmados por los países miembros de la Comitiva de las Naciones Unidas para el cambio climático, existe el compromiso de reemplazar de una manera progresiva el uso de combustibles fósiles y derivados de hidrocarburos por el uso de recursos renovables, ya sean: hídricos, solares, biomasa, eólicos o geotérmicos para la generación de energía eléctrica.

A pesar de que la mayor responsabilidad ambiental recae sobre los países industrializados, es de gran importancia que toda la humanidad se involucre dentro de esta problemática, ya que los efectos de la contaminación no solo se ven reflejados en el cambio climático sino también sobre la flora y fauna, lo cual tiene un impacto a escala global.

De esta manera se plantea la posibilidad de la implementación del uso de energía limpia en un ambiente de significativa vulnerabilidad climática y ambiental como es el archipiélago de las Islas Galápagos pertenecientes a la República del Ecuador. Dentro de este contexto, se pretende analizar la factibilidad del uso de la corriente continua (DC) obtenida a partir de paneles fotovoltaicos en el archipiélago, ya que dicha región presenta un gran potencial energético en términos de altos niveles de irradiación solar por año, lo cual puede ser aprovechado para reducir el consumo de energía eléctrica generada a partir de combustibles fósiles los mismos que producen un fuerte impacto negativo sobre el medio ambiente de esta región.

En el presente caso, la región en la que se enfocará el estudio está formada netamente por construcciones de tipo residencial y una cantidad inferior de comercios por lo que es de gran importancia caracterizar el consumo energético que se tiene dentro de una vivienda familiar estándar, así como los equipos que causan este consumo energético. Cabe recalcar que, a pesar de que la infraestructura de redes eléctricas dentro de las islas cubre una gran parte de los asentamientos poblacionales, existen zonas asiladas en las que se dificulta e imposibilita la distribución eléctrica y es en dichas áreas donde se enfocará el presente estudio.

Debido a que en la actualidad la mayor parte de los equipos eléctricos comercializados funcionan con alimentación de corriente alterna (AC); se busca analizar la factibilidad de reemplazar el tipo de alimentación adaptando los componentes internos de ciertos electrodomésticos.

Adicionalmente se ha visto la necesidad de evaluar el impacto económico que puede tener la implementación de esta iniciativa, ya que generalmente los sistemas fotovoltaicos almacenan la energía producida en baterías en corriente continua y posteriormente esta energía pasa por un inversor que transforma la corriente a alterna; sin embargo, se analizará la posibilidad del uso directamente de la corriente continua generada sin la necesidad de transformarla.

1.2 Justificación

El archipiélago de las Islas Galápagos pertenece a la República del Ecuador y se encuentra aproximadamente a 1000 km de distancia del continente americano; se ubica en la línea ecuatorial en el océano Pacífico y está compuesta por decenas de pequeñas islas e islotes y 19 islas principales de las cuales en solo 3 existe asentamiento de pobladores. Cabe mencionar que Galápagos debido a su flora y fauna única en el mundo fue declarado como patrimonio natural de la humanidad por la UNESCO en 1979, además de que formó parte de los lugares donde el científico Charles Darwin realizó sus observaciones dentro de su estudio de la teoría de la evolución y la posterior publicación de su libro *El Origen de las Especies por la Selección Natural*.

Al ser las islas Galápagos un entorno vulnerable en el que es necesario mantener un equilibrio ecológico de su hábitat, el gobierno ecuatoriano ha desarrollado un plan estratégico hasta el 2035 en el que se ha considerado diversas acciones mediante las cuales se pretende reducir el consumo de derivados de hidrocarburos. En términos generales, dichas acciones a emprenderse son la ejecución de proyectos que incentiven el consumo energético eficiente y el desarrollo de proyectos de energías renovables no convencionales que conlleven a alcanzar la iniciativa *Cero Combustibles Fósiles en Galápagos* [1].

1.3 Objetivos

El principal objetivo del presente proyecto es analizar la factibilidad de la implementación de corriente continua en una vivienda de uso familiar aislada de la red en las islas Galápagos; teniendo en cuenta el dimensionamiento del sistema fotovoltaico de acuerdo con el potencial energético solar de la región, así como el análisis de las características que deberán satisfacer los electrodomésticos y equipos eléctricos que equiparán la vivienda.

Para la consecución del proyecto se ha definido los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el consumo eléctrico característico de la región; dependiendo del tipo de vivienda, número de habitantes y electrodomésticos dentro de la misma, para estimar la demanda energética acorde a una futura instalación que incorpore nuevo equipamiento compatible con sistemas fotovoltaicos.
- Analizar el potencial solar de la región con el fin de dimensionar un sistema fotovoltaico que satisfaga la demanda producida por las cargas eléctricas de la vivienda.
- Analizar la disponibilidad comercial de equipos eléctricos que operen con corriente continua, así como el tipo de conexión necesaria para su funcionamiento.
- Definir los electrodomésticos comercializados que operan con corriente alterna, para de esta manera proponer las posibles modificaciones a realizarse dentro de estos con la finalidad de que puedan operar con DC.
- Evaluar los posibles cambios a realizar dentro de una vivienda existente para la implementación del proyecto desarrollado.
- Determinar las características de sistemas fotovoltaicos adicionales en el caso de que se considere un punto de recarga para un vehículo eléctrico y un sistema de bombeo de agua.

- Definir el método más adecuado para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para satisfacer los requerimientos de los ocupantes de la vivienda.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Fuentes primarias de energía

Acorde con la información hallada en fuentes gubernamentales, se tiene que en Ecuador las fuentes primarias de energía se las obtiene mayoritariamente de recursos renovables, siendo el recurso hídrico el que más contribuye para la generación eléctrica en el país; sin embargo, se observa una considerable participación de los combustibles fósiles en plantas térmicas de gas, vapor y ciclos combinados.

Los recursos naturales renovables no hídricos han ido desarrollando un papel protagónico en los últimos años, pero su aporte al Sistema Nacional Interconectado (SNI) aún es pequeño.

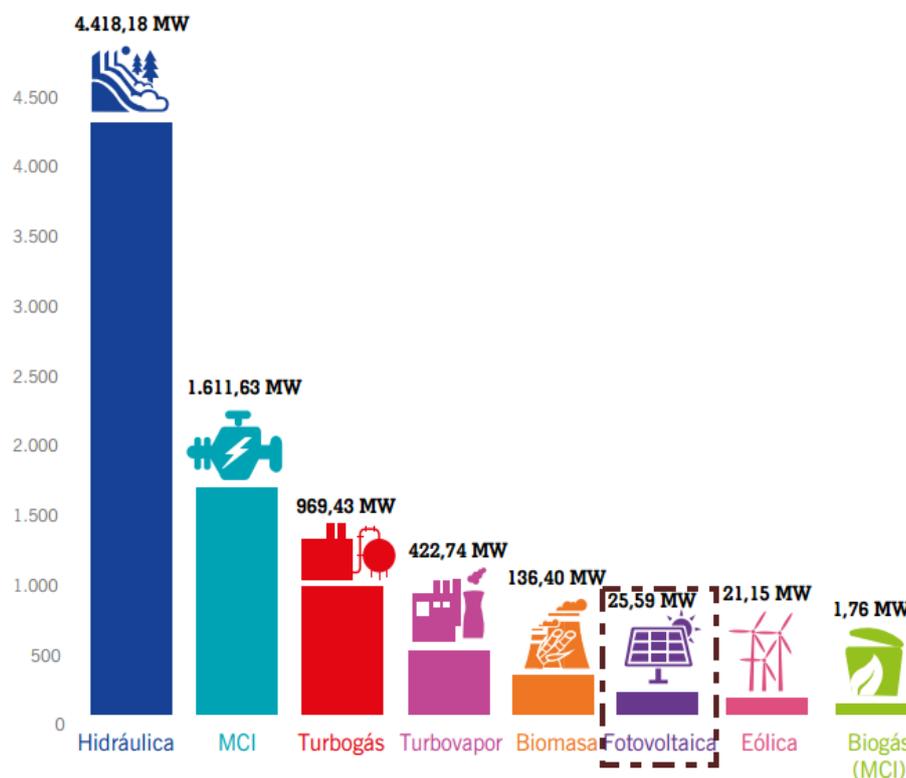


Figura 1: Potencia Efectiva por tipo de central

Fuente: ARCONEL

Como se observa en la figura 1, la energía solar ha tenido un desarrollo más lento, aportando apenas alrededor de 25 MW a la producción total de energía del Ecuador [2].

1.4.2 Consumo energético sector residencial

En cuanto al consumo energético que tiene el país dentro del sector residencial, se muestran a continuación los datos obtenidos del Balance Energético Nacional del 2016 [3]. En dicho balance se indica la tendencia evolutiva que han tenido tanto las fuentes primarias de energía como las fuentes

secundarias a lo largo de diez años. En la tabla 1, se observa que en el sector residencial la población consume mayoritariamente gas licuado de petróleo y en un menor porcentaje electricidad y leña para la preparación de alimentos.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GAS NATURAL	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	0,004	0,018
LEÑA	25,7	24,2	23,2	21,7	20,0	18,5	17,5	16,2	15,0	14,2	12,7
TOTAL PRIMARIAS	25,7	24,2	23,2	21,7	20,0	18,5	17,5	16,2	15,0	14,2	12,7
ELECTRICIDAD	24,9	25,6	26,2	27,2	28,3	29,9	30,4	31,2	31,8	33,1	35,4
GAS LICUADO	49,3	50,1	50,6	51,1	51,7	51,6	52,1	52,6	53,1	52,7	51,9
KEROSENE/JET FUEL	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,005	0,003	0,002	0,002
TOTAL SECUNDARIAS	74,3	75,8	76,8	78,3	80,0	81,5	82,5	83,8	85,0	85,8	87,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 1: Porcentajes del consumo energético en el sector residencial

Fuente: [3]

En términos de consumo de energía eléctrica, en el Ecuador como en ciertos países de Latinoamérica el voltaje estándar es de alrededor de 110 a 120 V para consumo residencial y comercial. Sin embargo, en los últimos años debido al incremento de la generación eléctrica en el país gracias a la operación de nuevas centrales hidroeléctricas, se ha impulsado la utilización de cocinas de inducción en las viviendas, por lo que existe incentivos gubernamentales para la conversión a un nivel de tensión de 220 V dentro del sector residencial; sin embargo, el porcentaje de viviendas que han emprendido este cambio aún es muy bajo.

En concordancia con lo antes mencionado, se considera que dentro del archipiélago de las islas Galápagos el nivel de tensión distribuido es de alrededor de 110 V y por ende el predominio de electrodomésticos en la región es comercializado para su operación al voltaje estándar distribuido.

1.4.3 Información demográfica y de vivienda

De acuerdo con la información recabada en fuentes gubernamentales se puede establecer que la mayor cantidad de habitantes se concentran en los cantones San Cristóbal, Isabela y Santa Cruz; por lo tanto, estos lugares serán los únicos donde se tenga asientos poblacionales y en donde se pueda cuantificar el número de viviendas y construcciones. El censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) durante el año 2015 resume a continuación los datos obtenidos [4].

Cantones	Población	%
Censo 2015		
San Cristóbal	7.199	28,5
Isabela	2.344	9,3
Santa Cruz	15.701	62,2
Total Provincial	25.244	100,0
Tasas de crecimiento intercensal (%)		
2001-2010		
	3.1	
San Cristóbal	2.6	
Isabela	3.4	
Santa Cruz	3.3	
2010-2015		
	1.8	
San Cristóbal	0.8	
Isabela	1.6	
Santa Cruz	2.4	

Tabla 2: Población por Cantones y tasas de crecimiento anual

Fuente: INEC

En la tabla 2 se observa que Santa Cruz es el cantón con el mayor número de pobladores, lo cual representa el 62% del total. A su vez el ritmo de crecimiento muestra una desaceleración con respecto al periodo censal anterior, ya que en los últimos años se ha restringido el ingreso de personas ajenas a las islas con fines de establecerse en ese lugar y simplemente se permite el ingreso controlado de turistas. De esta manera, se puede pensar que para los futuros periodos el índice de crecimiento se mantendrá en el orden de alrededor 2% anual.

En cuanto a los datos recogidos acerca de la infraestructura habitacional, mediante el último censo realizado en 2015, se puede observar que las viviendas se clasifican en dos tipos. Por un lado, están las viviendas particulares que se consideran locales o recintos de alojamiento separado y con acceso independiente destinado a alojar a uno o varios hogares; por otro lado, se tiene las viviendas colectivas que corresponde a hospitales, conventos, cuarteles, etc.

Cantón	Total de Viviendas	%	Viviendas particulares	%	Viviendas colectivas	%
CENSO 2015						
TOTAL	11.986	100	11.674	100	312	100
San Cristóbal	3.574	29,8	3.481	29,8	93	29,8
Isabela	1.198	10,0	1.128	9,7	70	22,4
Santa Cruz	7.214	60,2	7.065	60,5	149	47,8

Tabla 3: Tipos de viviendas según el Cantón

Fuente: INEC

Adicionalmente, dentro del censo realizado por el INEC se puede observar en la figura 2 que las viviendas están conformadas en su mayoría por grupos familiares pequeños y se ha marcado una tendencia de decrecimiento según los resultados de los últimos censos, ya sea por conformación de nuevos núcleos familiares, control de la natalidad o migración. Como se observa en la gráfica a continuación los hogares en su mayoría están formados por 3 habitantes.

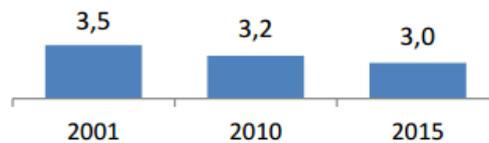


Figura 2: Promedio de ocupantes en vivienda particular

Fuente: INEC

En cuanto a la fuente de energía utilizada para la preparación de alimentos, los datos recolectados por el censo 2015 y mostrados en la figura 3 indican la tendencia del uso de recursos que han tenido los hogares de la región. Se observa que desde el año 2001 hasta el 2015 la población mayoritariamente consume gas licuado de petróleo para tareas domésticas; mientras que un pequeño porcentaje de hogares utiliza electricidad o leña como fuente de energía para la cocción de alimentos.

Tal y como se muestra en la figura 3, el uso de la electricidad se ha incrementado ligeramente con respecto a los años previos debido al incentivo del gobierno ecuatoriano por impulsar el uso de cocinas de inducción, aunque es evidente que el crecimiento ha sido lento. Por otra parte, existe aún un

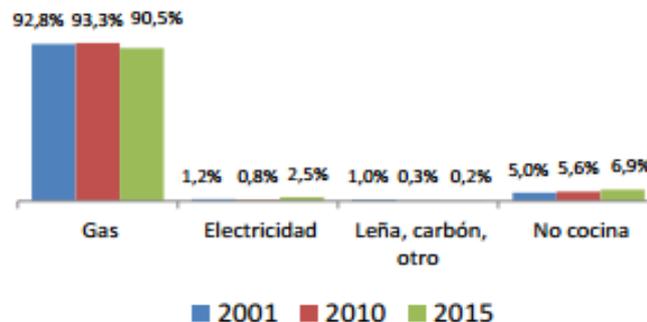


Figura 3: Fuente de energía para cocción de alimentos

Fuente: INEC

pequeño grupo poblacional que consume leña como fuente de energía, lo cual se deberá principalmente al complicado acceso a zonas aisladas en las islas donde dichos habitantes se asientan.

1.4.4 Escenario energético actual del archipiélago

Debido a su lejanía con respecto al Ecuador continental, el archipiélago debe ser capaz de generar su propia energía requerida para el desarrollo normal de sus actividades. De acuerdo con la información disponible del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) dentro de las islas los principales recursos utilizados para la generación eléctrica, son los derivados de hidrocarburos como el diésel y gas licuado de petróleo que representan la principal alternativa para la generación en plantas térmicas, dejando a los recursos naturales renovables con una menor participación.

En la tabla 4 se muestra la cantidad de centrales que se dispone en cada provincia, así como su potencia nominal y efectiva.

Provincia	Renovable			No Renovable			Total		
	Número de Centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Número de Centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Número de Centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Azuay	6	1.772,49	1.797,48	1	19,20	17,20	7	1.791,69	1.814,68
Bolívar	1	8,00	8,00	-	-	-	1	8,00	8,00
Cañar	3	62,13	59,93	1	3,63	2,50	4	65,76	62,43
Carchi	3	4,71	4,02	-	-	-	3	4,71	4,02
Chimborazo	4	16,33	15,65	-	-	-	4	16,33	15,65
Cotopaxi	8	30,79	28,88	-	-	-	8	30,79	28,88
El Oro	6	5,99	5,99	2	275,36	249,60	8	281,35	255,59
Esmeraldas	-	-	-	4	244,92	219,22	4	244,92	219,22
Galápagos	9	6,29	6,29	4	22,21	18,57	13	28,50	24,87
Guayas	7	331,48	325,78	12	1.155,76	1.016,30	19	1.487,23	1.342,08
Imbabura	10	78,56	79,71	1	33,25	27,30	11	111,81	107,01
Loja	7	22,49	21,62	1	19,74	17,17	8	42,23	38,79
Los Ríos	2	57,57	56,20	1	95,20	81,00	3	152,77	137,20
Manabí	2	1,50	1,49	4	215,20	189,42	6	216,70	190,91
Morona Santiago	3	88,77	88,31	1	0,24	0,24	4	89,01	88,55
Napo	3	1.516,95	1.492,20	5	67,72	45,50	8	1.584,68	1.537,70
Orellana	1	2,30	2,20	70	585,46	439,85	71	587,76	442,05
Pastaza	-	-	-	3	51,46	43,93	3	51,46	43,93
Pichincha	19	137,37	135,96	7	182,04	153,72	26	319,41	289,68
Santa Elena	-	-	-	2	131,80	110,80	2	131,80	110,80
Sucumbíos	-	-	-	76	477,96	367,87	76	477,96	367,87
Tungurahua	6	494,15	470,96	1	5,00	3,60	7	499,15	474,56
Zamora Chinchipe	1	2,40	2,40	-	-	-	1	2,40	2,40
Total	101	4.640,29	4.603,07	196	3.586,14	3.003,80	297	8.226,42	7.606,88

Tabla 4: Potencia y número de centrales por provincia y tipo de fuente

Fuente: ARCONEL

De la producción total de energía eléctrica por fuentes renovables, se tiene que apenas 1.64 MW de potencia son producidos por 7 pequeños campos solares administrados por la Empresa Eléctrica de Galápagos (ELECGALAPAGOS) dentro del archipiélago; mientras que, las dos centrales restantes corresponden a generación eólica, que conjuntamente con la solar permiten alcanzar una generación total de 6.29 MW. Adicionalmente se tiene que la potencia total instalada en las islas es de alrededor de 25 MW, los mismos que son producidos mayoritariamente por plantas térmicas que utilizan combustibles fósiles.

En cuanto al consumo energético per cápita anual, según la Agencia de Regulación y Control de la electricidad (ARCONEL) [2] el archipiélago es la segunda región con mayor necesidad energética, siendo este valor de 1558 kWh por habitante por año. A continuación, se muestran gráficamente estos valores en la figura 4.

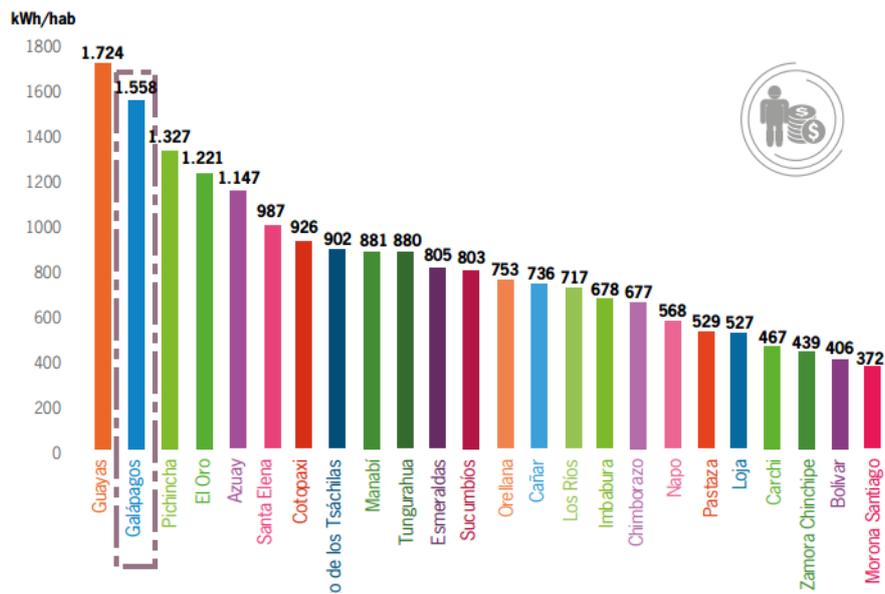


Figura 4: Consumo per cápita anual por provincia (kWh/hab)

Fuente: ARCONEL

En cuanto al consumo energético agrupado por sectores, se puede observar que durante los últimos años se ha tenido un incremento considerable en el consumo del sector residencial, seguido por el sector comercial. El consumo energético de alumbrado público e industrial representan un menor porcentaje de la demanda total. La figura 5 muestra la evolución de la demanda energética durante los últimos años.

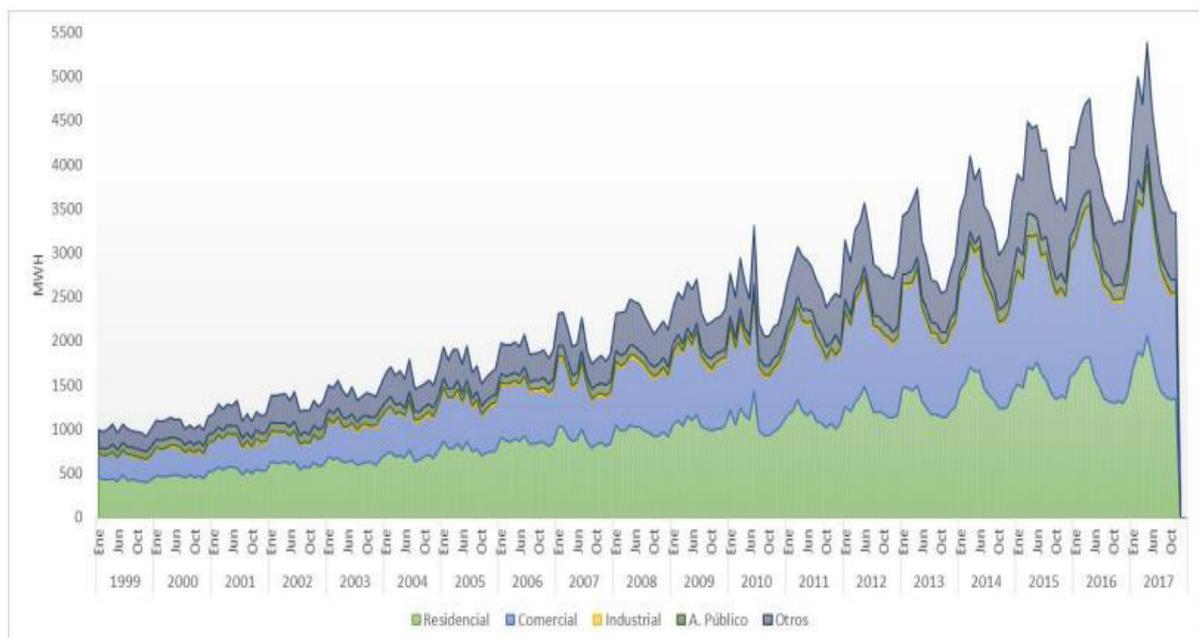


Figura 5: Demanda de energía eléctrica en Galápagos (enero 1999 - diciembre 2017)

Fuente: ELECGALAPAGOS

1.4.5 Demanda de energía en una vivienda

En la actualidad la gran mayoría de electrodomésticos disponibles en el mercado son diseñados para ser alimentados con corriente alterna, ya que generalmente este tipo de corriente es la que más se ha extendido comercialmente y es de la cual se dispone fácilmente al conectarse a una red pública. A pesar de que se dispone de corriente alterna en las conexiones internas del hogar, muchos de los equipos incluyen internamente transformadores e inversores que modifican el tipo de corriente de alimentación AC, con el fin de acondicionarla de acuerdo a sus parámetros de voltaje y amperaje DC requeridos, los mismos que muchas veces son más bajos que la corriente de alimentación de la red.

La implementación de paneles fotovoltaicos que provean de corriente alterna a la vivienda normalmente demanda del uso de inversores dentro de la instalación. La incorporación de estos inversores no representa ningún inconveniente técnico, sino más bien económico ya que representan un incremento en el costo final del proyecto. Es por esta razón que es importante analizar las opciones que permitan omitir el uso de estos equipos y apostar por alternativas como el uso de electrodomésticos que operen con corriente continua proveniente directamente del sistema de generación fotovoltaico.

Dentro de este contexto, con el fin de analizar la implementación de una vivienda familiar alimentada por corriente continua, se tomará como referencia algunos electrodomésticos típicos e indispensables dentro del hogar. Por un lado, se muestra los equipos que necesitan una alimentación AC, para los cuales se analizará la posibilidad de modificación y se planteará los posibles cambios, y por otro lado tenemos los equipos que funcionan directamente con DC como corriente de alimentación. La figura 6 muestra una serie de electrodomésticos que frecuentemente son alimentados con corriente alterna.

Sl. no.	AC powered loads	Voltage ratings (V)	Current ratings (A)	Power ratings
1	Microwave oven	240	–	8.3 kW
2	Dishwasher	120	11	–
3	Toaster	120	–	1050 W
4	Coffee pot	120	–	1100 W
5	Electric clothes drier	240	–	5600 W
6	Electric cook-top	240	–	8.8 W
7	Refrigerator	120	8.3	–
8	Washing machine	120	7	–

Figura 6: Equipos domésticos típicos AC

Fuente: [4]

Existen ciertas restricciones que en ciertos casos hacen poco viable el uso de uno u otro tipo de corriente en la alimentación de los electrodomésticos del hogar. Estas restricciones se deben principalmente a la potencia que necesitan estos equipos para tener una adecuada operación.

Las principales recomendaciones que se realizan a la hora de seleccionar el tipo de corriente son las siguientes [5]:

- Para sistemas pequeños de hasta 200 W de demanda, con equipos DC adecuados y longitudes pequeñas de cableado, se recomienda sistemas DC de 12 V.

- Para las mismas condiciones anteriores, pero con una mayor potencia requerida o cableado de mayor longitud, sistemas DC de 24 V.
- Se considerará el uso de AC en el caso de que se demande una potencia mayor a 1,5 kW o cuando sea esencial el uso de equipos AC.
- Se recomienda el diseño de sistemas mixtos AC/DC donde, las demandas de alta potencia sean cubiertas por AC, mientras que los consumos pequeños se los cubra con DC.

A continuación, la figura 7 muestra los equipos que normalmente pueden ser alimentados con corriente continua:

Sl. no.	DC powered loads	Voltage ratings (V)	Current ratings	Power ratings (W)
1	Laptop computer	20	4.5 A	–
2	Cell phone	5	550 mA	–
3	Wireless phones	6.5	500 mA	–
4	DVD player, home theater system	–	–	26, 300
5	Battery powered vacuum cleaner	10	250 mA	–
6	Cable modems	12	750 mA	–
7	Wireless internet router	5	2.5 A	–
8	Powered USB port	5	3.8 A	–
9	54" plasma TV	–	–	465
10	PC mini-tower	–	6 A	–
11	Variable speed drives for washers, dryer or air-condition	380	–	–
12	Rapid charger–PHEV or EVs	200–380	–	–

Figura 7: Equipos domésticos típicos DC

Fuente: [4]

Durante el desarrollo del proyecto se seleccionarán los principales equipos eléctricos que serán parte del análisis propuesto. Se analizará disponibilidad comercial, posibles modificaciones y alternativas que hagan factible la omisión de la corriente alterna dentro de una vivienda. Además, con el fin de garantizar el pleno confort de los habitantes, se deberá evaluar la mejor alternativa para la provisión de agua caliente sanitaria para instalación.

2 METODOLOGIA DE TRABAJO

El siguiente análisis se enfocará en evaluar uno por uno los distintos electrodomésticos, así como los requerimientos eléctricos que estos exigen para su adecuado funcionamiento y de ser necesario encontrar la alternativa más viable para satisfacer una necesidad específica. Adicionalmente se evaluará la disponibilidad en el mercado de equipos que operen con corriente continua y las posibles modificaciones que se deberá realizar en ciertos equipos para convertirlos a la tecnología deseada. Por otra parte, se definirán los factores a tomar en cuenta para la implementación de un proyecto de este tipo dentro de una vivienda.

Además, se analizará las características eléctricas requeridas por sistemas auxiliares como son: bombeo de agua, recarga de un vehículo eléctrico y la generación de agua caliente sanitaria.

Posteriormente se procederá a la evaluación del potencial solar de la región; así como a la definición de la demanda energética de los equipos considerados necesarios dentro de una vivienda, para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico adecuado para la instalación.

2.1 Equipos disponibles en DC

Actualmente debido al enorme impulso que ha tomado el uso de energías limpias provenientes de recursos renovables, entre estas la energía fotovoltaica, los fabricantes de equipos eléctricos y electrodomésticos han venido desarrollando nuevas tecnologías que faciliten la interacción de sus productos directamente con la energía eléctrica producida por fuentes no convencionales y aisladas de la red pública. Es por esta razón que actualmente en el mercado puede encontrarse productos que operan con niveles bajos de tensión y que cuyo principio de funcionamiento se basa en el uso de corriente directa.

Cabe mencionar que, el precio de los electrodomésticos que operan con corriente continua puede tener un valor más elevado que los equipos convencionales de corriente alterna; ya que presentan ciertas limitaciones importantes como son: la carencia de producción en serie que abarate costos de producción y la aún reducida demanda de estos equipos debido a que en la actualidad la manera tradicional de utilizar la energía fotovoltaica es mediante la utilización de inversores DC/AC.

A pesar de que en teoría existen equipos alimentados con corriente alterna y que es posible su conversión para operar con alimentación continua, hay un sin número de consideraciones a realizar en cada uno de los electrodomésticos que valide esa factibilidad.

2.1.1 Equipamiento de cocina

Dentro de la zona de cocina existen varios equipos necesarios para las tareas de preparación, procesamiento de alimentos, así como para el almacenaje y conservación de productos. Dichos equipos requieren una considerable cantidad de energía, aunque el tiempo de operación no sea prolongado y se lo realice en periodos cortos durante el día.

2.1.1.1 Refrigerador

Los refrigeradores son equipos cuyo funcionamiento se basa en ciclos termodinámicos en los que se produce una extracción de calor desde el interior del equipo hacia el exterior. Dicha extracción se logra gracias a las propiedades termodinámicas de un fluido refrigerante que circula en un ciclo cerrado.

Uno de los principales componentes del sistema de refrigeración es el compresor eléctrico que dependiendo el equipo puede ser alimentado con corriente alterna o continua.

Comercialmente este tipo de electrodomésticos incorporan distintas tecnologías que comúnmente utilizan AC como corriente de alimentación. Sin embargo, dado el desarrollo de las energías renovables y en especial el desarrollo de la energía fotovoltaica, actualmente se puede encontrar una amplia variedad de refrigeradores para uso doméstico que requieren 12 V o 24 V para su adecuado funcionamiento.

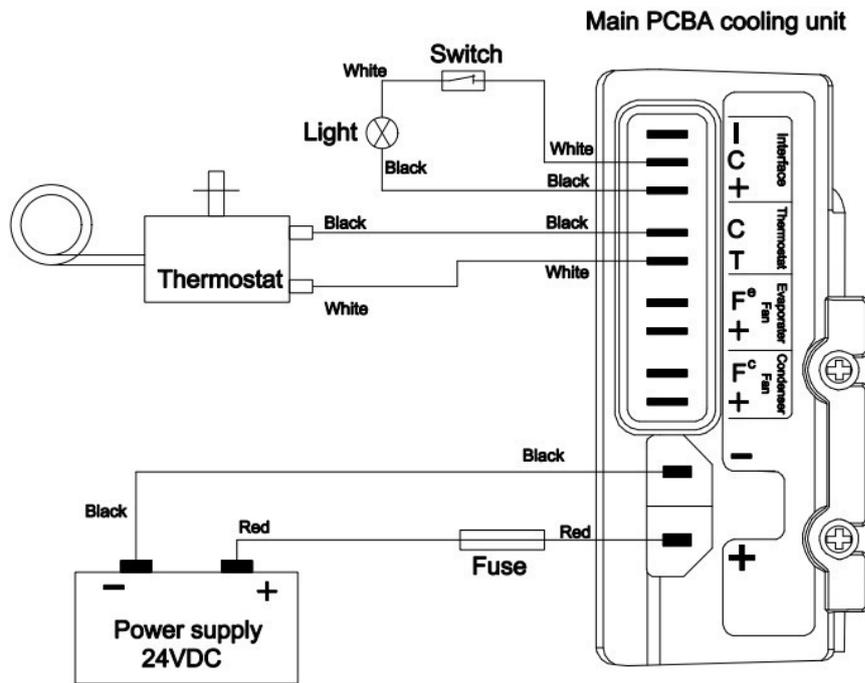


Figura 8: Diagrama eléctrico de un refrigerador DC

Fuente: UNIQUE off-grid appliances

De acuerdo con uno de los fabricantes consultados, en la figura 8 mostrada previamente se evidencia que el conexionado eléctrico de este equipo no requiere de dispositivos especiales para su puesta en marcha. El refrigerador está diseñado para operar con una tensión de 24 VDC lo cual produce una potencia de 128 W, con lo cual su consumo eléctrico es de aproximadamente 865 Wh/día. Además, información adicional sobre este equipo se encuentra en el Anexo A.

2.1.1.2 Microondas

Los hornos microondas son equipos que convencionalmente se los encuentra en el mercado en una versión alimentada por corriente alterna que por lo general tienen un consumo de alrededor de 500 y 1500 W [5], pero también existe la disponibilidad de encontrar estos equipos con alimentación de corriente directa y con una menor demanda de potencia.

Un microondas normalmente alimentado por un voltaje de 110 – 220 V AC, transforma internamente la tensión de ingreso a niveles mucho más altos del orden de 2000 V AC y los rectifica a una tensión continua, para de esta forma generar las microondas que se encargaran de cocinar los alimentos.

A continuación, en la tabla 5 se han evaluado los parámetros de operación requeridos por un equipo de 1000 W de potencia alimentado con corriente alterna y considerando el caso de que pueda ser modificado para ser alimentado con corriente continua. Adicionalmente, se muestran las dimensiones de la sección del cable expresada en milímetros cuadrados y una aproximación al equivalente normado por la American Wire Gauge (AWG).

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Microondas AC Modificado a DC (1000 W)	240	4.2	0.25	14
	110	9.1	1.18	14
	48	20.8	6.20	10
	12	83.3	99.21	000

Tabla 5: Sección de cable DC para distintos voltajes para un microondas

Fuente: Propia

Por otro lado, comercialmente se puede conseguir pequeños microondas portables para uso doméstico, cuya potencia es de alrededor de los 600 W y generalmente operan con un voltaje de alimentación de 12 V, ver Anexo A.

2.1.1.3 Horno Eléctrico

Un horno eléctrico basa su funcionamiento en la transferencia de calor por radiación desde una resistencia eléctrica, que se calienta debido al paso de corriente por la misma, hasta los alimentos a ser cocinados dentro de un compartimento. Este método de cocción demanda una enorme potencia de alrededor de 1000 a 4000 W, lo cual representa un alto consumo energético. Estos equipos eléctricos comúnmente utilizan como fuente de alimentación corriente alterna.

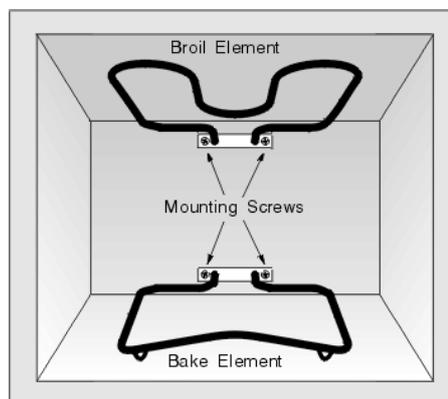


Figura 9: Esquema de las resistencias eléctricas de un horno¹

Con estos niveles de potencia requerida y considerando diferentes niveles de tensión, se han calculado las dimensiones de la sección transversal del cable a instalarse en el caso de que sea posible modificar los equipos para operar con DC. Estos resultados se los muestra en la tabla 6.

¹ <https://www.appliancerepair.net/oven-repair-4.html>

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Horno AC Modificado a DC (1500 W)	240	6.3	0.37	14
	110	13.6	1.8	14
	48	31.3	9.3	6
	12	125.0	148.8	--

Tabla 6: Sección del cable DC para distintos voltajes para un horno

Fuente: Propia

De acuerdo con NFPA 70 [6], para electrodomésticos que emplean resistencias eléctricas para calentamiento se recomienda que la corriente en los circuitos no exceda los 48 A. De esta manera, la viabilidad del uso de estos equipos se da a una tensión superior a 48 V para hornos eléctricos con un requerimiento de potencia medio. En la anterior tabla se puede observar que la intensidad de corriente necesaria y por ende la sección del conductor se reduce significativamente al incrementar el voltaje proveniente de los módulos fotovoltaicos.

Adicionalmente, debido al auge de la generación eléctrica basada en recursos renovables y en términos generales, el notable crecimiento de los sistemas autónomos fotovoltaicos, se puede encontrar en el mercado hornos eléctricos portables que pueden operar con niveles bajos de tensión, 12 VDC, y con un requerimiento de potencia de alrededor de 800 W. Estos equipos son ideales y de gran versatilidad para viviendas habitadas por un grupo pequeño de personas.

Debido a su significativa demanda de energía, existen alternativas más económicas que brinden la posibilidad de realizar sus funciones a un menor costo. Una de las alternativas con mayor desarrollo comercial ha sido desde hace mucho tiempo atrás el uso de hornos que funcionan con gas natural.

2.1.2 Equipamiento de sala comedor y habitaciones

Dentro de estas áreas es donde se desarrolla la mayor parte de las actividades de entretenimiento y descanso familiar, por lo que es necesario que cuente con los equipos eléctricos que provean confort, comodidad y creen un ambiente de bienestar en los ocupantes de la vivienda. Por lo antes mencionado, es necesaria la instalación de todas las facilidades que brinden una óptima accesibilidad a servicios como son puntos de carga de teléfonos móviles y laptop, aire acondicionado que regule las condiciones idóneas de humedad y temperatura, equipos de entretenimiento, etc.

2.1.2.1 Televisor

Un televisor es un equipo de entretenimiento que recepta ondas electromagnéticas con contenido audiovisual. Tradicionalmente estos equipos estaban formados por un tubo de rayos catódicos que requerían una elevada potencia para operar, pero en la actualidad existen nuevas tecnologías como las pantallas de cristal líquido o tecnología LED que necesitan un menor voltaje e intensidad.

Los equipos encontrados en el mercado mayoritariamente funcionan con corriente alterna como fuente de alimentación, pero internamente se realiza la reconversión de AC a DC, ya que los niveles de tensión requeridos para su funcionamiento son bajos.

En cuanto a la potencia demandada, los televisores dependiendo de sus características que incorporen consumirán potencias bajas o altas en el rango de 10 - 300 W. Aunque vale la pena indicar que estas altas potencias están asociadas a equipos de muy alta gama, por lo que en general los televisores más demandados son de gama media con un consumo energético más razonable.

En los últimos años dado el crecimiento de la tecnología solar fotovoltaica ha existido un elevado interés de ciertos fabricantes por incursionar en el mercado de electrodomésticos que funcionen en corriente continua, de esta manera es factible hoy en día hallar proveedores de televisores que toman como fuente de alimentación directamente la corriente producida por sistemas de módulos solares sin la necesidad de la instalación de inversores de corriente.

De acuerdo con el análisis de ciertos fabricantes de televisores DC, los voltajes de alimentación y potencia consumida es de alrededor de $12V \pm 3V$ y 12 W, respectivamente. Información más detallada de este equipo se muestra en el Anexo A

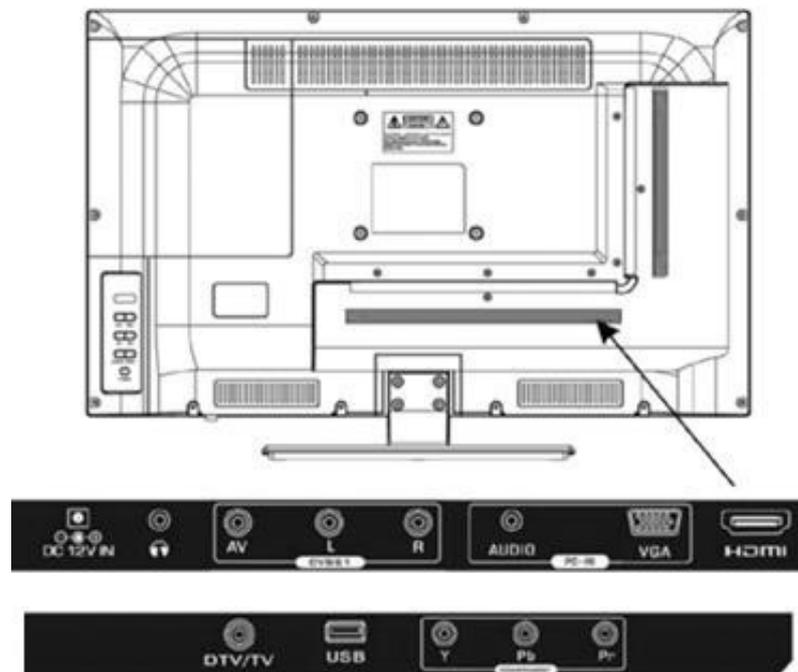


Figura 10: Parte posterior Televisor 24" DC

Fuente: FOSERA

2.1.2.2 Computadores portátiles

En general estos equipos funcionan con alimentación de corriente alterna, la misma que pasa a través de un adaptador que modifica los niveles de tensión e intensidad que estos equipos necesitan para su óptimo funcionamiento, ya que estos dispositivos operan en niveles bajos de corriente directa. Es común encontrar que los requerimientos de tensión y amperaje varíen en alrededor de 20 VDC y 2.5 A, respectivamente dependiendo del modelo y el fabricante.

En muchas ocasiones los fabricantes cuentan con accesorios que permiten el uso de estos computadores portátiles sin la necesidad de tener un punto de conexión a una fuente AC, sino que facilitan la versatilidad de contar con conexiones estándar de auto, aviones o escritorio, como la que

se muestra en la figura 11. La potencia eléctrica que actualmente necesita una laptop para su funcionamiento oscila entre los 50 y 90 W dependiendo del fabricante.



Figura 11: Adaptador DC Laptop

Fuente: DELL

2.1.2.3 Aire acondicionado

Los equipos de aire acondicionado tienen como principio de funcionamiento el ciclo termodinámico de refrigeración, gracias al cual se toma ventaja de las condiciones de humedad y temperatura de un medio exterior, para que, mediante la transferencia de calor hacia un fluido refrigerante, acondicionar las condiciones de temperatura y humedad de un recinto específico.

Generalmente estos equipos tienen un alto consumo energético, ligado directamente a la demanda de calefacción o refrigeración que un recinto o vivienda requiera y por los largos periodos en los que estos deben funcionar. En climas severos con temperaturas muy elevadas en verano y muy bajas en invierno el consumo energético de estos equipos eléctricos representa un porcentaje significativo del total del consumo de una instalación y pueden llegar a consumir hasta 5 kWh/día [5].

Dadas las características meteorológicas de la región, para el presente estudio, se ha considerado que en la región no existe la necesidad del uso de equipos de calefacción, ya que históricamente las temperaturas promedio durante todo el año no decaen por debajo de los niveles de confort recomendados. Adicionalmente, el uso de equipos de refrigeración se hace necesario durante cierto periodo comprendido durante los meses de febrero y abril, en el cual los equipos funcionarían un par de horas a medio día, ya que es donde se presentan las posibles horas de falta de comodidad, según el análisis detallado incorporado en el apartado 3.

De acuerdo con lo antes expuesto, para este caso en particular se ha decidido analizar la factibilidad del uso de equipos de aire acondicionado del tipo Split, ya que se busca acondicionar el área de sala y comedor que normalmente será donde los habitantes de la vivienda desarrollen sus actividades.

Los equipos de aire acondicionado tipo Split están compuestos principalmente por una unidad exterior y una interior. En la unidad exterior se encuentra el compresor que se encarga de recircular el fluido refrigerante y es el principal componente del sistema que generalmente debe ser alimentado con corriente alterna para su funcionamiento. En sistemas convencionales, los equipos requieren de un voltaje de 220 V y tienen un consumo superior a 800 kWh/año.

Sin embargo, existen fabricantes que actualmente ofertan equipos de aire acondicionado que son capaces de operar directamente con la energía proveniente de un sistema fotovoltaico, dejando de lado el uso de los inversores de corriente y abaratando de cierto modo el costo total de la instalación. A continuación, en la figura 12 se muestra la posible configuración de los sistemas de aire acondicionado comercializados.

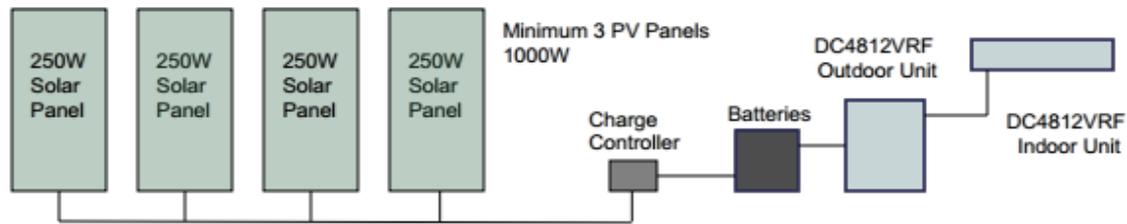


Figura 12: Esquema de operación del sistema de aire acondicionado DC

Fuente: Hotspot Energy

Los equipos analizados, de acuerdo a las especificaciones de uno de los fabricantes, requieren una tensión de alimentación en un rango de 46 – 58 VDC y una potencia de alrededor de 500 W. Información más detallada de este equipo se muestra en el Anexo A

2.1.2.4 Cargadores de teléfonos móviles

En la actualidad los teléfonos móviles se han convertido en equipos de uso cotidiano, ya que ofrecen todo tipo de herramientas que facilitan el normal desenvolvimiento de las actividades de una persona. Es normal hoy en día pensar que cada individuo al menos disponga de un dispositivo móvil para su uso personal o laboral. La versatilidad de los actuales modelos de teléfonos encontrados en el mercado, permite al usuario cargar su batería de distintas maneras y de una manera fácil, rápida y segura.

Normalmente estos equipos vienen acompañados de un cargador que brinda la posibilidad de conectarse a la red eléctrica y abastecerse de la corriente alterna disponible en cualquier punto de conexión terminal. Estos cargadores transforman la corriente de alimentación AC en niveles bajos de tensión DC y con el nivel óptimo de intensidad que requiere cada uno de los dispositivos. Generalmente el voltaje e intensidad de corriente requerida es de alrededor de 5 VDC y 2 A, dependiendo del fabricante. Una de las mayores ventajas que presentan estos dispositivos es la posibilidad de conectarse a cualquier puerto USB con su cable cargador y de esta manera obtener la carga requerida por la batería.

Con el fin de facilitar el proceso de carga de los teléfonos móviles dentro de una vivienda se considerará la instalación de puntos de conexión USB en los sitios de mayor demanda, los cuales normalmente serán donde los habitantes pasen la mayor cantidad de tiempo.

2.1.3 Equipamiento misceláneo

2.1.3.1 Iluminarias

La iluminación dentro de una vivienda es uno de los servicios con mayor demanda energética, ya que a pesar de que en la práctica se busca sacar la mayor ventaja de la iluminación natural, esto no es posible realizarlo durante horas de la tarde o noche. Por este motivo, en sistemas autónomos cuyo

suministro energético proviene del recurso fotovoltaico, es importante la selección adecuada de luminarias que provean los niveles idóneos de iluminación con el menor consumo energético.

En general, existen algunos tipos de tecnología utilizados para la producción de iluminación, cada uno de estos tiene sus ventajas y desventajas a la hora de entrar en funcionamiento. Por tal motivo, al momento de seleccionar el sistema de iluminación apropiado se deberá tomar en cuenta el nivel de iluminación requerido según el tipo de espacio, así como la eficiencia de estos dispositivos; es decir, cuanta de la energía eléctrica consumida es transformada en energía lumínica y cuanta de esta se transforma en pérdidas manifestadas en forma de calor disipado al ambiente.

Dependiendo del tipo de tecnología los tipos de luminarias se clasifican en:

- Incandescentes
- Halógenos
- Tubos de descarga de alta presión
- Fluorescentes Compactos
- LED

Comúnmente las tecnologías de luminarias más utilizadas en la vivienda son los bulbos incandescentes, los fluorescentes compactos y la tecnología LED. Hoy en día no basta con comparar la potencia consumida por estos dispositivos, sino también su rendimiento lumínico; es decir, la cantidad de luminiscencia producida por cada vatio consumido [7]. Las tablas 7 y 8 muestran algunas de las características de estos dispositivos

Luminosidad Producida (Lúmenes)	Tipo de bulbos		
	Bulbos Incandescentes [W]	Fluorescentes compactos (CFLs) [W]	LEDs [W]
450	40	8-12	4-5
750-900	60	13-18	6-8
1100-1300	75-100	18-22	9-13
1600-1800	100	23-30	16-20
2600-2800	150	30-55	25-28

Tabla 7: Comparación de potencia y lúmenes por tipo de dispositivo, [11]

Características	Tipo de bulbos		
	Bulbos Incandescentes	Fluorescentes compactos (CFLs)	LEDs
Vida útil (horas)	1000-1200	8000-12000	15000-50000
Vatios de electricidad consumida	60 [W]	13-15 [W]	6-8 [W]
Costo	Bajo	Medio	Alto

Tabla 8: Características de cada tecnología, [11]

En instalaciones dentro de una vivienda, los valores típicos de luminiscencia requerida están dentro del rango de 100 a 500 lúmenes por metro cuadrado en zonas como baños y cuartos de estudio. Dentro de este contexto, para un recinto específico los distintos dispositivos analizados proveen los niveles de confort demandados, así que en este caso la selección se basará en términos de la potencia eléctrica consumida, siendo la tecnología LED la mejor opción a pesar de presentar un costo más alto, pero su fiabilidad y su vida útil prolongada sobresalen en comparación de otros dispositivos.

Un dispositivo LED puede ser alimentado con corriente directa a una tensión de 12 VDC, requiriendo una potencia de alrededor 10 W, tal y como se muestra en el Anexo A.

2.1.3.2 Aspiradora

Las aspiradoras diseñadas para su uso dentro del hogar tradicionalmente utilizan la corriente alterna como fuente de alimentación. El funcionamiento de este electrodoméstico se basa en el arrastre de aire desde el exterior hasta su interior gracias a la acción de un motor acoplado a un ventilador centrífugo que genera una presión negativa en la manguera de aspiración lo cual facilita el ingreso de polvo y otros desperdicios.

Comercialmente se puede encontrar en la actualidad aspiradoras que están equipadas con un sistema de almacenamiento de energía, lo que permite utilizarlas durante un cierto periodo de tiempo con una relativa autonomía. El hecho de que los nuevos modelos fabricados incluyan baterías, hace que internamente estos equipos transformen la corriente alterna de la red en DC con la finalidad de poder almacenar energía para su posterior uso.

Dependiendo del fabricante se puede encontrar distintos equipos con diferentes especificaciones técnicas. Los modelos con mayor participación en el mercado requieren de una alimentación de 12 VDC, con una potencia de alrededor de 120 W, lo cual lo hacen un equipo ideal para la limpieza doméstica. Como referencia se incluye la ficha técnica de un equipo de este tipo en el Anexo A.

2.1.3.3 Secador de cabello

Este tipo de equipo eléctrico es de común uso en una vivienda y debe ser tomado en cuenta para el análisis energético debido a la gran potencia que requiere para su funcionamiento y por ende la energía consumida por su uso.

Este dispositivo impulsa un volumen de aire mediante el giro de un ventilador centrífugo y además dependiendo del requerimiento del usuario calienta el volumen de aire impulsándolo a través de una resistencia por la que se hace circular una corriente eléctrica. Generalmente, los secadores toman como fuente de alimentación la corriente alterna disponible de la red; sin embargo, es posible encontrar en el mercado dispositivos portables que pueden operar con alimentación de baja tensión. De acuerdo con ciertos fabricantes existen secadores que funcionan con alimentación de 12 VDC y con una potencia de 168 W, en el Anexo A se adjunta las especificaciones técnicas de un equipo referencial.

Evidentemente, este tipo de equipos será apto para ciclos de utilización cortos, por lo que se deberá optar por modificar el circuito eléctrico de un equipo con potencias superiores a los 1000 W, para los cuales se deberán seguir las recomendaciones dadas por la NFPA [6] de no exceder los 48 amperios de corriente dentro de su circuito.

2.1.3.4 Plancha

Una plancha utiliza la corriente eléctrica para calentar una resistencia interna lo cual transforma la energía eléctrica en calor. Este calor es transferido hacia una placa base cuyo objetivo es eliminar posibles arrugas mediante la aplicación de calor y presión sobre las prendas de vestir. A continuación, en la figura 13 se muestran los componentes internos de una plancha eléctrica.

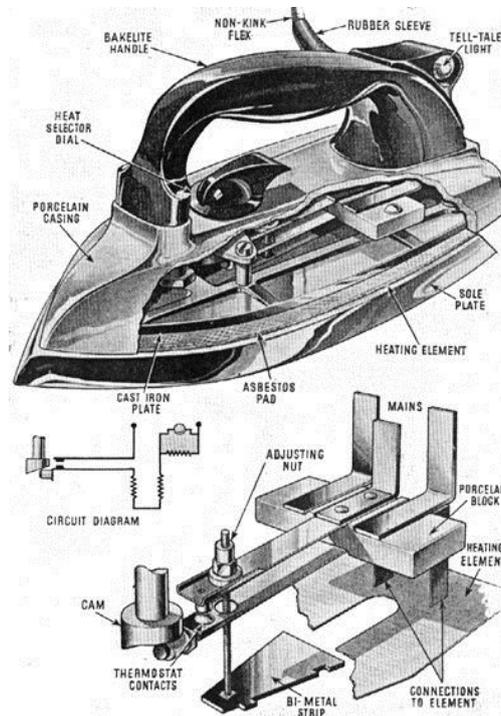


Figura 13: Componentes internos de una Plancha eléctrica²

En una plancha eléctrica, el paso de la corriente a través de la resistencia eléctrica hace que este equipo demande una considerable potencia, por lo que se recomienda su uso durante los periodos fuera de las horas pico de consumo y por tiempos cortos con el fin de no encarecer la factura eléctrica. Estos electrodomésticos requieren de una potencia de alrededor de 1500 W dependiendo del fabricante.

Al ser un equipo que basa su funcionamiento en el calentamiento de un material, debido a la circulación de una corriente eléctrica a través de él, se ha considerado que el tipo de tensión no influye en dicho calentamiento. Por lo tanto, se estima factible que una plancha alimentada por una corriente alterna pueda funcionar correctamente con corriente directa con unas mínimas modificaciones.

A pesar de que en el mercado existe un predominio de la versión AC de este equipo, también se lo puede encontrar en una versión que requiere alimentación con corriente continua de 12 VDC y una potencia de 150 W. En el Anexo A se adjunta las especificaciones de uno de los fabricantes.

² <https://alnnhstle.wordpress.com/2011/12/14/what-is-an-electric-flat-iron/>

De esta manera, se han calculado los parámetros necesarios que se deberán considerar al momento de realizar la instalación de este tipo de equipos, especialmente la sección transversal del cable conductor como se muestra en la tabla.9.

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Plancha AC Modificada a DC (1500 W)	240	6.3	0.47	14
	110	13.6	2.2	12
	48	31.3	11.6	6
	12	125.0	186.0	--

Tabla 9: Sección de cable para distintos voltajes para una plancha

Fuente: Propia

2.2 Evaluación de convertibilidad de equipos AC a DC

2.2.1 Equipos de cocina

2.2.1.1 Cocina

Es uno de los equipos imprescindibles dentro de la vivienda, ya que su principal función es la cocción de los alimentos. Este proceso de cocción demanda una gran cantidad de energía la cual se transfiere hacia los alimentos para que estos adquieran las características adecuadas para su consumo.

Existen algunas tecnologías que utilizan la energía eléctrica para la cocción, entre estas están: cocinas eléctricas, cocinas a inducción y cocinas vitrocerámicas. La energía demandada por estos equipos eléctricos va del orden de entre 1 y 3 kW por cada quemador [5] por lo que desde el punto de vista energético su consumo eléctrico es demasiado alto en especial dentro de sistemas compuestos por generadores fotovoltaicos. Sin embargo, se han analizado catálogos de diferentes fabricantes de estos equipos, con el fin de validar las aseveraciones realizadas en la literatura de referencia, donde se ha encontrado que los valores de potencia demandada están dentro del mismo orden de magnitud de los valores antes expuestos, con un requerimiento de tensión de 240 V y alrededor de 40 A de corriente, lo cual ratifica su poca viabilidad en sistemas no convencionales.

A continuación, en la tabla 10 se ha analizado las implicaciones técnicas que conlleva la operación de este tipo de equipos, en términos de dimensiones del cableado eléctrico requerido, con diferentes niveles de tensión.

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Vitroceramica AC Modificada a DC (6500 W)	240	27.1	1.61	14
	110	59.1	7.67	8
	48	135.4	40.30	0
	12	541.7	644.84	--
Cocina de inducción AC Modificada a DC (7200 W)	240	30.0	1.8	14
	110	65.5	8.5	6
	48	150.0	44.6	0
	12	600.0	714.3	--
Eléctrica AC Modificada a DC (10900 W)	240	45.4	2.70	12
	110	99.1	12.87	6
	48	227.1	67.58	00
	12	908.3	1081.35	---

Tabla 10: Sección de cable para diferentes tipos de cocinas y voltajes
Fuente: Propia

De acuerdo con la NFPA [6], para cocinas y equipos de cocina comercializados esta normativa recomienda que no se debería permitir que los circuitos excedan los 120 A. Dentro de este contexto, los sistemas fotovoltaicos que generan energía con un nivel bajo de tensión no cumplen esta normativa lo cual los hace inviables.

Como se puede observar en los resultados obtenidos, es necesario disponer de un voltaje elevado con la finalidad de reducir la dimensión de la sección del cable conductor. Sin embargo, la sección del conductor no es el único inconveniente que presentan estos equipos eléctricos, adicionalmente se debe tomar en cuenta que la energía consumida hará que el generador fotovoltaico deba ser mucho más grande para satisfacer la potencia mínima de generación que todo el sistema requerirá a causa de la incorporación de estos nuevos electrodomésticos.

Debido a la alta demanda energética que el uso de estos equipos representa, una de las alternativas más viables en sistemas aislados de la red y con generación fotovoltaica, es el uso de cocinas alimentadas con gas butano o gas licuado de petróleo [5].

2.2.1.2 Lavavajillas

El principio básico de funcionamiento de un lavavajillas se basa en 4 factores individuales que son: la temperatura del agua utilizada en el lavado, duración de ciclos de lavado, la interacción química de los detergentes con los utensilios y la acción mecánica del equipo [8].

Este tipo de equipos se los puede considerar sistemas hidráulicos que varían su funcionamiento como un circuito abierto o cerrado dependiendo de la etapa de lavado; es decir, en un circuito cerrado las bombas recirculan el agua para su calentamiento y posterior pulverización sobre los utensilios mediante el uso de brazos pulverizadores accionados por la presión producida por las bombas de circulación. Mientras que, cuando este equipo se encuentra en las fases de circuito abierto, las bombas de drenaje desalojan el agua hacia los sumideros, lo que permite que agua limpia ingrese al lavavajillas y el ciclo de lavado continúe.

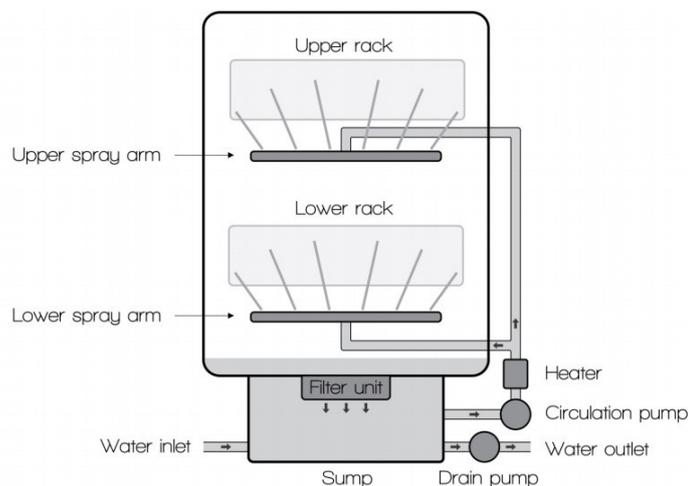


Figura 14: Principio de funcionamiento de un lavavajillas
Fuente: [8]

Dentro del contexto del aprovechamiento de los recursos renovables, es posible plantear la opción del uso de colectores solares con acumulación de agua caliente para su posterior uso en equipos de lavado como lavavajillas o lavadoras de ropa. Este tipo de iniciativa haría que los electrodomésticos en cuestión reduzcan su consumo energético destinado al calentamiento de agua. A continuación, se muestran los componentes de esta posible alternativa:

1. Colector solar
2. Bomba de recirculación
3. Tanque de almacenamiento
4. Lavavajilla o lavadora
5. Duchas

En el esquema de la figura 15 se representan los colectores solares que captan la radiación solar y transfieren esta energía hacia un fluido que es recirculado en un circuito cerrado mediante el uso de bombas. Dicho fluido atraviesa el tanque de almacenamiento donde se intercambia energía con el agua fría proveniente de la red pública. El agua almacenada en el tanque es distribuida hacia los puntos

de consumo en el interior de la vivienda, en este caso, para satisfacer el requerimiento de agua caliente en duchas y equipos de limpieza como son las lavadoras y lavavajillas.

Por otro lado, en el mercado se encuentra lavavajillas con alimentación de corriente alterna y con un

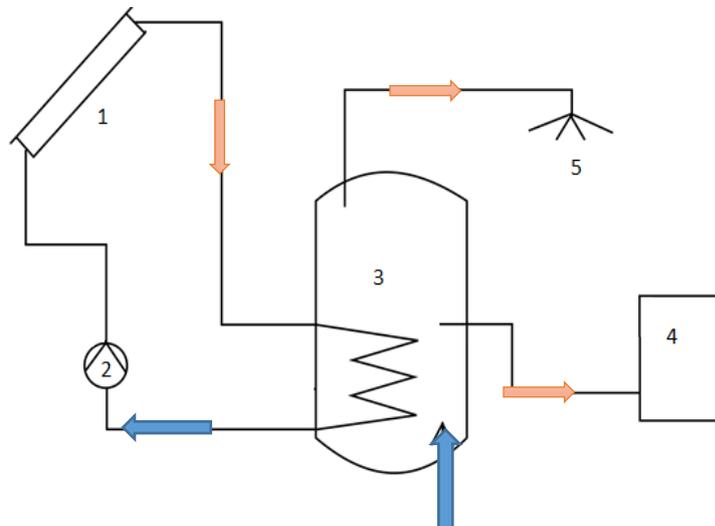


Figura 15: ACS proveniente de colectores solares
Fuente: Propia

requerimiento de potencia en el orden de 1000 W; sin embargo, el sistema de control que incluye sensores y panel de control requiere de una alimentación de corriente continua.

Parte de la potencia requerida por el equipo se destina al calentamiento del agua de lavado que comúnmente se lo realiza mediante el uso del calor generado por la resistencia eléctrica de un elemento cuando es atravesado por una corriente AC o DC.

Además, una considerable cantidad de potencia es requerida por las bombas de recirculación de agua y drenaje que frecuentemente utilizan AC para su funcionamiento, pero existe la posibilidad de que sean reemplazadas por bombas DC, ya que las potencias requeridas para la recirculación o evacuación del agua no son tan elevadas.

Considerando la factibilidad de la conversión tecnológica de los componentes internos y descartando el costo que implica dichos cambios, se han evaluado las características eléctricas que deberá considerar el sistema y se los muestra a continuación en la tabla 11.

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Lavavajilla AC Modificada a DC (1080 W)	240	4.5	0.27	14
	110	9.8	1.28	14
	48	22.5	6.7	8
	12	90.0	107.1	--

Tabla 11: Sección de cable para distintos voltajes para un lavavajillas

Fuente: Propia

En el Anexo B se muestra el diagrama eléctrico de un lavavajillas donde se observa que la mayor parte de la corriente alterna se destina al calentamiento de agua y a la puesta en marcha de bombas, tal y como se lo ha mencionado inicialmente.

2.2.2 Equipamiento Misceláneo

2.2.2.1 Calentador de agua

Dentro de una vivienda es imprescindible contar con un suministro de agua caliente sanitaria (ACS), para su uso en baños, cocina y otros servicios. Debido a que en la región se dispone de un gran potencial solar, el uso de calentadores solares sería el método de producción de ACS más obvio. Sin embargo, se analizará algunas características de los métodos de producción de agua caliente utilizados en la región. Muchas veces estos métodos resultan ser técnicas de generación costosas; entre los más comunes se tiene:

- Calentadores a gas
- Calentadores eléctricos
- Termotanques eléctricos
- Duchas eléctricas

Los calentadores a gas generalmente están acoplados a la red interna de distribución de agua de una vivienda, utilizan como fuente de energía la combustión de gas comercializado en pequeños tanques para el uso doméstico. El problema de este método de producción de ACS es que depende del costo del gas, el cual en el Ecuador goza de un subsidio estatal lo que lo hace una técnica factible siempre y cuando se mantenga subsidiado; sin embargo, se debe tomar en cuenta el alto costo de inversión que tienen los equipos.

Los procesos de producción de ACS por medio del uso de energía eléctrica generalmente resultan en un elevado consumo energético, ya que se requiere una elevada potencia para que el agua que entra en contacto con una resistencia eléctrica incremente rápidamente su temperatura. Adicionalmente, los termotanques tienen la desventaja que, al permanecer conectados, las pequeñas variaciones de temperatura hacen que el circuito entre en funcionamiento y de esta manera genere un alto consumo energético innecesario. Generalmente, estos equipos requieren de una elevada potencia del orden de 1000 a 4000 W dependiendo del fabricante y su capacidad de generación.

Además, de acuerdo con el volumen de agua a calentar, el tiempo de funcionamiento se prolonga por periodos extensos, lo cual conlleva a un elevado consumo energético.

A continuación, en la figura 16 se muestran los componentes internos principales de un calentador eléctrico tipo tanque, en el que se almacena el agua calentada.

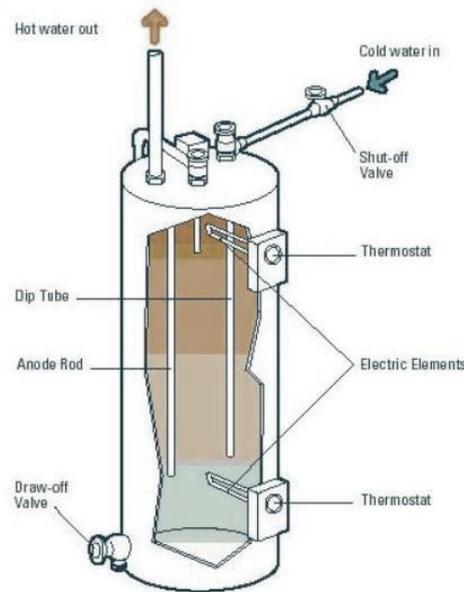


Figura 16: Componentes de un calentador de agua eléctrico³

Adicionalmente se han evaluado los parámetros requeridos en la instalación, en el caso de que sea factible el uso de corriente continua como fuente de alimentación de energía. En la tabla 12 se muestra la sección del cable conductor analizado con diferentes niveles de tensión.

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Calentador Eléctrico AC Modificado a DC (1500 W)	240	6.3	0.47	14
	110	13.6	2.2	12
	48	31.3	11.6	6
	12	125.0	186.0	--

Tabla 12: Sección de cable para distintos voltajes para un calentador eléctrico

Fuente: Propia

Según lo recomendado por la NFPA [6], en sistemas donde se utiliza resistencias eléctricas para calentar, como medida de protección no se deberá exceder los 48 amperios de corriente dentro del circuito eléctrico; por lo que para este tipo de calentadores de tamaño medio se requerirá de niveles de tensión superiores a 48 V.

Debido a que este tipo de sistema tiene una elevada demanda energética, a causa de la alta potencia requerida y a los extensos periodos de funcionamiento necesarios para calentar un volumen de agua, el generador fotovoltaico deberá producir una mayor cantidad de potencia lo que implica una mayor cantidad de módulos solares y baterías principalmente. Es por esta razón, que se analizara más adelante la posibilidad de la instalación de un generador solar de agua caliente sanitaria.

³ https://www.brighthubengineering.com/consumer-appliances-electronics/64088-working-principle-of-water-heaters/#imgn_1

2.2.2.2 Lavadora

Este tipo de equipo incorpora varios componentes internos que requieren de diferentes niveles de tensión. Generalmente utilizan corriente alterna como fuente de alimentación, pero en su interior existe la necesidad de corriente directa para el funcionamiento del panel de control, sensores, apertura y cierre de válvulas, etc. A continuación, la figura 17 muestra un esquema de los componentes internos de una lavadora.

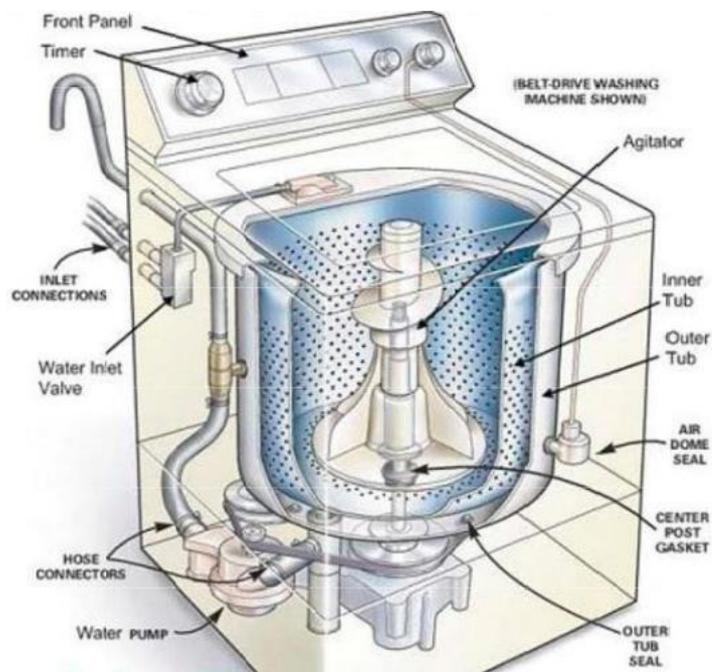


Figura 17: Componentes internos de una lavadora

Fuente: [7]

Dependiendo del diseño del equipo, el agua caliente necesaria para los ciclos de lavado se la puede calentar dentro de la misma lavadora mediante el uso de resistencias eléctricas o el agua caliente puede provenir de un método de calentamiento exterior.

El principio básico del funcionamiento de estos equipos es el movimiento centrífugo dentro de un tambor en cuyo centro se acopla un agitador impulsado por un motor eléctrico. Dicho motor es alimentado normalmente con corriente alterna a 110 V o 220 V.

En la figura 18 se muestra el diagrama eléctrico de una lavadora, en este se puede observar cuales son los componentes internos para los cuales el circuito electrónico del equipo secciona la alimentación de corriente alterna para su funcionamiento. El Anexo B incluye un mayor detalle del cableado interno.

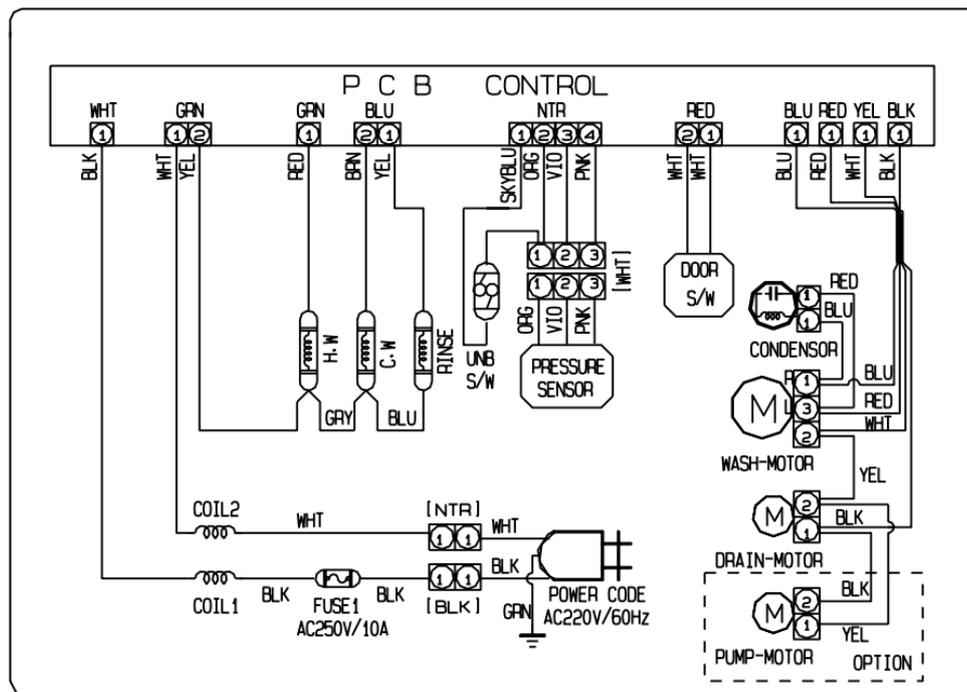


Figura 18: Diagrama eléctrico de una lavadora⁴

En la actualidad los motores AC están reemplazando a los DC debido a su más bajo costo y sencillo mantenimiento. En aplicaciones donde se requiere diferentes velocidades de rotación del eje del motor, en lugar del uso de un motor DC, es económicamente más viable utilizar motores AC acoplados a variadores de frecuencia para controlar su velocidad electrónicamente.

En el caso de que se omita el análisis económico sobre el reemplazo del motor eléctrico de AC a DC, además de su mantenimiento se muestra a continuación los requerimientos eléctricos que debe cumplir la instalación en términos de cableado eléctrico.

Equipo	Voltaje [V]	Corriente [A]	Sección [mm ²]	AWG
Lavadora AC Modificada a DC (1200 W)	240	5.0	0.30	14
	110	10.9	1.42	14
	48	25.0	7.4	8
	12	100.0	119.0	--

Tabla 13: Sección de cable para distintos voltajes para una lavadora
Fuente: Propia

Cabe mencionar que, de acuerdo a las recomendaciones dadas por la NFPA [6], para motores eléctricos alimentados con corriente continua con una potencia de 1200 W, es decir alrededor de 1.6 hp, la tensión mínima de alimentación es de 120 V con una intensidad máxima de 13.2 amperios como medida de protección.

⁴ <https://www.manualslib.com/products/Samsung-Sw12e1s-P-Xst-4220108.html>

2.3 Implementación de un sistema de corriente continua en una vivienda

Para la instalación de un sistema de corriente continua dentro de una vivienda se deberá tomar en cuenta el adecuado diseño de la distribución eléctrica dentro de la edificación, así como la ubicación de los puntos de conexión necesarios. Por otro lado, en una vivienda existente las principales consideraciones a realizar, para la implementación de un sistema fotovoltaico son: el análisis de la disponibilidad de espacio, el rediseño de la instalación eléctrica mediante la verificación del dimensionado del cableado y la validación de los puntos de conexión en el interior de la edificación. En los siguientes apartados se analizará las características mencionadas para la implementación de un sistema DC dentro de una vivienda.

2.3.1 Disponibilidad de espacio

Inicialmente, se deberá incluir un análisis de disponibilidad de espacio para la instalación de los componentes del sistema fotovoltaico; particularmente, espacio para la instalación de los módulos solares y sistema de almacenamiento y distribución.

Para la instalación de los paneles solares se deberá garantizar la disponibilidad del espacio necesario para su interconexión y mantenimiento. Además, se requiere evitar al máximo la generación de sombras desde construcciones adyacentes o vegetación, con la finalidad de aprovechar al máximo la radiación solar. Dependiendo de la cantidad de paneles requeridos, se deberá considerar la posibilidad de acondicionar la cubierta para la instalación de los soportes de los paneles sobre la misma y en el caso de disponer de espacio en el perímetro exterior de la vivienda también se considera esta alternativa, tomando en cuenta el área requerida y el mínimo impacto de posibles generadores de sombras.

En cuanto al sistema de almacenamiento, se deberá considerar la necesidad de un espacio cubierto y protegido de la exposición al polvo o posibles lluvias que puedan afectar la instalación. De acuerdo con el número de baterías que compongan el sistema de almacenamiento se deberá tomar en cuenta la adaptación del área donde se instalaran con la finalidad de garantizar la rigidez necesaria para soportar el peso de estos dispositivos y las condiciones adecuadas que aseguren su integridad.

2.3.2 Cableado interior

Teniendo en cuenta que la instalación ha sido diseñada y construida para operar con una tensión de 110 o 220 V provenientes de la red eléctrica pública; se ha considerado que las dimensiones del cableado deberán ser revisadas, recalculadas y reemplazadas según convenga.

2.3.2.1 Tipos de cables

En la actualidad los cables o conductores eléctricos pueden ser utilizados para corriente alterna como para corriente continua, pero se debe tomar en cuenta su correcto dimensionamiento, ya que en corriente continua generalmente se opera a niveles bajos de tensión por lo que la intensidad que circulara por los cables es relativamente alta, lo cual implica una mayor sección de cable con la finalidad de evitar posibles daños en la instalación.

Los cables eléctricos comúnmente están compuestos por las siguientes partes, tal y como muestra la figura 19:

1. Conductor: es un elemento metálico formado por uno o varios hilos, por el cual circula la corriente eléctrica. Los materiales utilizados hoy en día son: el cobre, aluminio o aleaciones de estos materiales. Dependiendo del número de conductores por los cuales está formado el cable; este puede ser unipolar, bipolar, tripolar, etc.
2. Aislamiento: este elemento busca cubrir los conductores con el fin de prevenir circulación de corriente hacia el exterior del mismo. Los materiales utilizados son: PVC (Policloruro de vinilo), PCP (Neopreno o plástico), XLPE (Polietileno reticulado), etc.
3. Armadura: ciertos cables incluyen este elemento metálico cuya finalidad es proteger la señal interna del conductor del exterior, además de proteger de efectos exteriores como golpes.
4. Cubierta: es un elemento que protege al aislamiento y al cable de posibles esfuerzos mecánicos. Provee protección de posibles agentes exteriores como son altas temperaturas, la acción del sol, lluvia, etc.



Figura 19: Componentes de un cable eléctrico⁵

Según las recomendaciones de la NFPA 70, se puede definir las aplicaciones de los diferentes tipos de cables:

Para exteriores;

- Cable con conductor sencillo: este tipo de cable (Type USE-2) es apto para su instalación expuesto en sitios exteriores. Debe ser fijado en intervalos que no excedan 1.4 m.
- Cable de múltiples conductores: este tipo de cable se lo puede utilizar en instalaciones exteriores y debe ser fijado en intervalos no superiores a 1.8 m.

⁵ <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/componentes-de-un-cable-electrico/>

- Cables Flexibles: se los puede instalar en sitios donde se tengan partes móviles como sistemas de seguimiento solar.
- Conductores pequeños: Conductores de tamaño 16 AWG y 18 AWG se permite su uso en la interconexión de módulos.

Circuitos interiores;

- Dentro de un edificio los circuitos deben ir instalados sobre bandejas metálicas; desde el ingreso a la superficie del edificio hasta el primer punto de desconexión visible, la instalación debe ser realizada con cable con recubrimiento en chapa metálica (Type Metal Clad cable)

2.3.2.2 Evaluación de la sección de cables instalados

Para el dimensionamiento de la sección transversal de los conductores se ha considerado el método de la máxima caída de tensión que puede tener la corriente al atravesar el cable. A continuación, se muestran las ecuaciones 1 y 2 utilizadas para calcular la sección en función del tipo de corriente que atraviesa por el conductor. Tomando en cuenta que la intensidad de corriente máxima que circulara por el sistema depende del tipo de voltaje de alimentación, es de suponer que para una instalación DC la intensidad de corriente será considerablemente más alta que para una instalación en AC para satisfacer un mismo requerimiento de potencia.

$$S_{DC} = \frac{2 * L * I_{max}}{\sigma * e} \quad (1)$$

$$S_{AC} = \frac{\sqrt{3} * L * I_{max} * \cos \varphi}{\sigma * e} \quad (2)$$

Suponiendo que se desea alimentar una carga cuyo requerimiento de potencia de 500 W, mediante el uso de la energía proveniente de la red o energía proveniente de un sistema fotovoltaico que no utiliza inversor de corriente, en la tabla 14 tenemos los siguientes resultados:

Potencia [W]	Voltaje [V]	Tipo de corriente	e [V]	I _{max} [A]	L [m]	Sección [mm ²]	AWG
500	240	DC	7.2	2.1	12	0.12	14
	110	DC	3.3	4.5	12	0.59	14
	48	DC	1.44	10.4	12	3.1	12
	12	DC	0.36	41.7	12	49.6	0
	110	AC	3.3	4.5	12	0.46	14

Tabla 14: Sección de cable de acuerdo al voltaje de alimentación

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que los conductores instalados dentro de la vivienda; cuando la energía proviene de la red pública, son de menores dimensiones que el requerido cuando la energía proviene en un nivel de tensión más bajo desde un sistema fotovoltaico. Es así que, para el reacondicionamiento de una vivienda existente, es de gran importancia revisar la integridad de la instalación eléctrica con la finalidad de evitar posibles accidentes. Esta diferencia en las secciones de cable se las puede observar gráficamente en la figura 20.

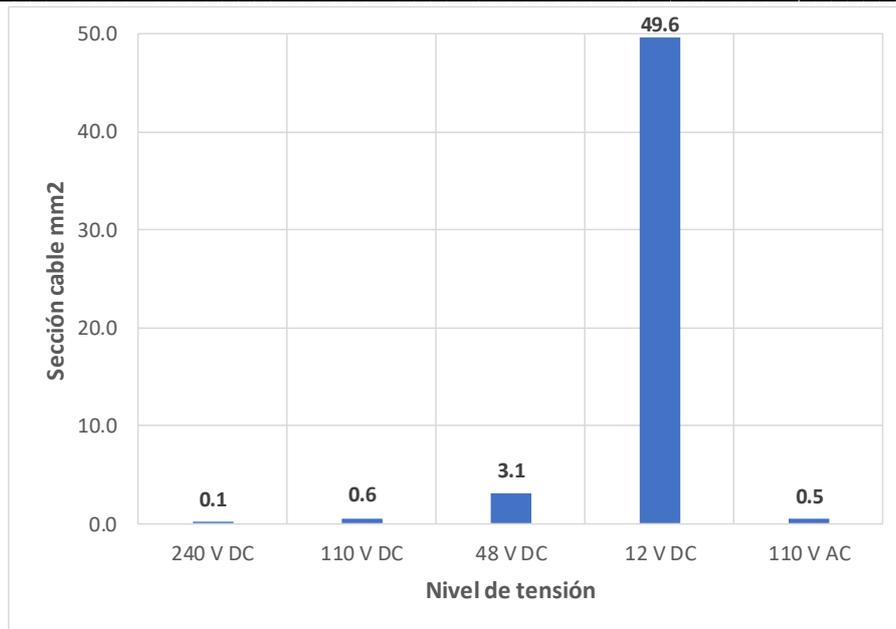


Figura 20: Sección de cable para una carga dada, según el nivel de tensión

Fuente: Propia

2.3.3 Puntos de conexión

En una vivienda existente, la instalación debe contar con terminales de conexión y operación como son: tomacorrientes, interruptores y boquillas. Comúnmente estos componentes están estandarizados para su adecuado funcionamiento con alimentación de corriente alterna con niveles de tensión de 110 o 220 V. La figura 21 muestra algunos de estos componentes.



Figura 21: Tomacorrientes, boquillas e interruptores para equipos AC⁶

En una nueva instalación se deberá analizar el reemplazo de estos componentes por otros que se ajusten a los niveles de tensión de los equipos a ser conectados, así como al terminal de conexión DC. En el apartado 3.8 se muestran ejemplos de interruptores y algunos tipos de terminales de conexión.

⁶ <https://boyaca.com/fam.php?fam=10012>

2.4 Agua Caliente Sanitaria

Tal y como se lo ha mencionado en apartados anteriores, la provisión de agua caliente sanitaria (ACS) es uno de los servicios más importantes dentro de toda vivienda, a pesar de que la región donde se analiza el presente proyecto tiene una media de temperatura relativamente confortable, el uso de agua caliente es primordial no solo para su uso en duchas, sino también en actividades de la cocina.

2.4.1 Métodos de producción de ACS

Una de las alternativas más viables para minimizar la dependencia de la energía eléctrica y del gas natural, para la producción de agua caliente sanitaria, es el uso de calentadores solares los mismos que aprovechan la radiación solar para calentar agua, almacenarla y distribuirla cuando sea necesario.

Existen distintos tipos de sistemas solares de calentamiento de agua. Por un lado, se tiene los sistemas de lazo abierto o directo en el cual se calienta directamente el agua potable y por otro lado se tiene los sistemas de lazo cerrado o indirectos en los que se calienta el agua potable mediante el intercambio de calor con un fluido que atraviesa por el colector solar. Otra de las cualidades que tienen estos sistemas dependen de la forma de transportar el fluido caliente, pudiendo ser sistemas pasivos o sistemas activos [9].

Inicialmente, se tienen los sistemas activos en los cuales se requiere de un sistema de bombeo para recircular el fluido caloportador, lo cual lo hace un sistema de mayor costo y menos eficiente que los sistemas pasivos.

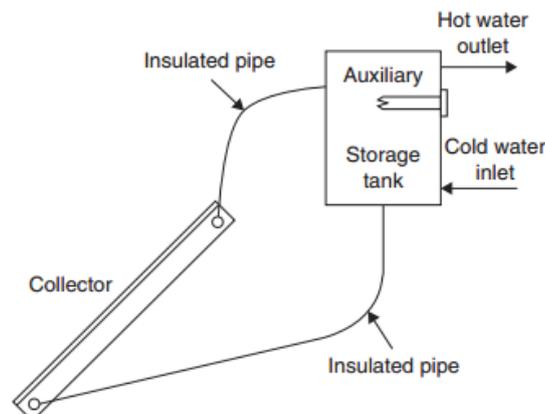


Figura 22: Diagrama de un calentador solar termosifón

Fuente: [9]

Por otra parte, los sistemas pasivos utilizan la convección para la circulación del fluido calentado; es decir, el fluido se mueve desde el colector solar hasta la parte superior del tanque de almacenamiento por el efecto del cambio de densidad del agua, lo que facilita que el agua a mayor temperatura y con una menor densidad se almacene en los niveles altos del tanque. La figura 22 muestra un sistema pasivo.

2.5 Bombeo de agua mediante sistemas fotovoltaicos

En zonas rurales y sitios aislados a menudo es necesario considerar el suministro de agua potable para la vivienda. Es así que se ha considerado la posible instalación de un sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica. A continuación, en la figura se muestran los componentes básicos de un sistema de bombeo, según lo muestra [10]

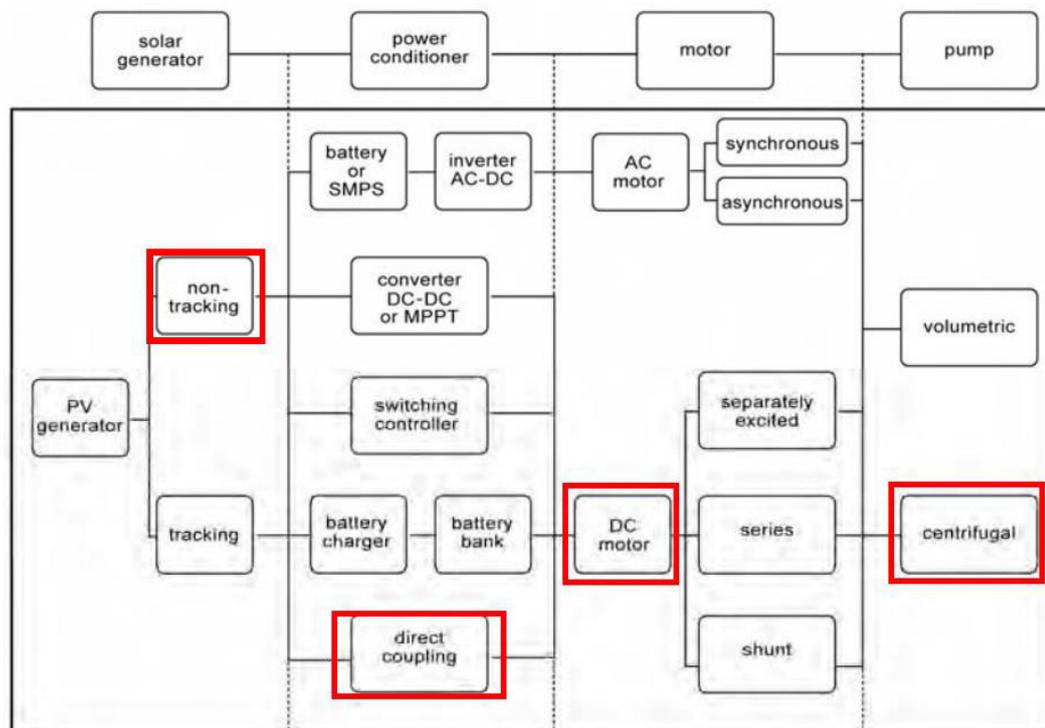


Figura 23: Componentes de un sistema de bombeo fotovoltaico

Fuente: [10]

Con la finalidad de aprovechar la energía producida por el sistema fotovoltaico en la figura 23, se ha seleccionado los componentes que serán parte del sistema de bombeo de agua. El diseño contempla la instalación de un sistema sin seguimiento solar, el cual requerirá del acondicionamiento de los niveles de tensión y amperaje mediante el uso de convertidores DC-DC o el acoplamiento directo del generador fotovoltaico con el motor DC, además se ha considerado el uso de una bomba centrífuga ya que esta requiere un bajo torque de arranque.

En el diseño de sistemas de bombeo de agua acoplados directamente al generador fotovoltaico se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Almacenamiento del agua bombeada de acuerdo a la cantidad de líquido requerida y al número de días de autonomía.
- La variación estacional de la altura de bombeo debe ser conocida.
- Selección adecuada del torque de arranque de la bomba, rango de operación de altura de succión.
- Selección de un motor compatible con las características de torque-velocidad de la bomba.

- Adecuado dimensionamiento del sistema fotovoltaico que cubra por completo los requerimientos del sistema de bombeo.

2.6 Vehículo eléctrico

Como inicialmente se ha mencionado, dentro de las políticas emprendidas por el gobierno ecuatoriano, se encuentra el plan energético desarrollado para el archipiélago de las islas Galápagos, en el cual se considera la eliminación del uso de combustibles fósiles para la generación de electricidad hasta el año 2035 [1]. Dentro de este contexto, el plan estratégico apunta hacia el uso de recursos renovables como es la energía solar para la instalación de plantas de generación eléctrica en la región.

A pesar de que no existe normativa vigente que limite la instalación de redes inteligentes que puedan abastecerse de la red pública o puedan gestionar su propia energía a partir de fuentes renovables, tampoco existe el incentivo estatal que ayude a impulsar inversiones a gran escala en este tipo de tecnología. Es por esto que en el Ecuador existe la necesidad de la creación de un marco regulatorio que fije las directrices para un óptimo aprovechamiento del recurso solar disponible en la región [11].

Acorde con lo expuesto, se puede pensar que la implementación del vehículo eléctrico, dentro de un entorno vulnerable en el que se busca eliminar la dependencia del uso de combustibles fósiles, es técnicamente viable. Además, la autonomía de la batería de estos vehículos, que ha sido motivo de largas discusiones, no sería afectada mayormente ya que dentro de las islas las distancias a recorrer no serían considerables y bastaría con tener un punto de carga dentro de casa.

En la actualidad existen diversos métodos de carga para vehículos eléctricos y de igual manera diferentes tipos de conectores de carga con distintos niveles de potencia [12]. A continuación, la tabla 15 muestra los niveles de tensión, tipo de corriente y la potencia que pueden gestionar cada tipo de conector utilizados comúnmente en Europa y Estados Unidos.

Plug	Number of pins (Communication)	Charging level	Voltage, Current, Power
Type 1 SAE J1772 USA	3 power pins – L1,N,E 2 control pins – CP, PP (PWM over CP)	AC Level 1	1Φ 120V, ≤ 16A, 1.9 kW
		AC Level 2	1Φ 240V, ≤ 80A, 19.2kW
Type 2 Mennekes Europe	4 power pins – L1,L2,L3,N,E 2 control pins – CP, PP (PWM over CP)	AC Level 1	1Φ 230V, ≤ 32A, 7.4kW
		AC Level 2	3Φ 400V, ≤ 63A,43kW
Type 4 Chademo	3 power – DC+,DC-,E 7 control pins (CAN communication)	DC Level 3	200-500V, ≤ 400A, 200kW
SAE CCS Combo	3 power pins – DC+,DC-,E 2 control pins – CP, PP (PLC over CP, PE)	DC Level 3	200-1000V DC, ≤ 350A, 350kW
Tesla US	3 power pins – DC+,DC-,E (or) L1,N,E 2 control pins – CP, PP	DC Level 3	Model S, 400V, ≤ 300A, 120kW

Tabla 15: Conectores de carga AC, DC y niveles de potencia en Europa y Estados Unidos

Fuente: [12]

Dentro de las diversas fuentes de energía que se puede utilizar para cargar las baterías de un vehículo eléctrico, está la energía producida por paneles fotovoltaicos. De igual forma, la carga se lo puede realizar mediante alimentación AC o DC al cargador del vehículo.

El utilizar corriente alterna para cargar baterías, implica el uso de inversores para modificar el tipo de corriente proveniente de los módulos y a su vez los cargadores pueden estar conectados a la red eléctrica, tal y como se muestra en la figura 24. Sin embargo, debido a que la energía proveniente del generador fotovoltaico y la utilizada por el vehículo eléctrico es DC, las conversiones de DC a AC y viceversa requiere de la instalación de más equipos lo que produce pasos adicionales de conversión y más pérdidas.

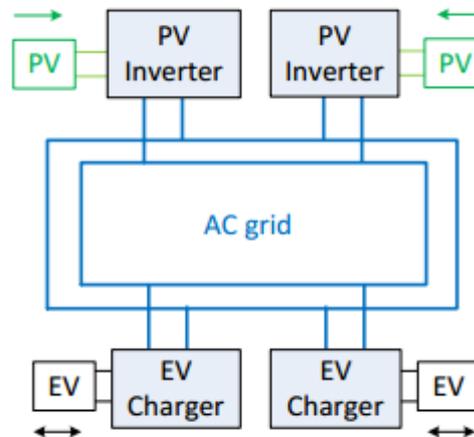


Figura 24: Recarga de un vehículo eléctrico (EV) desde paneles fotovoltaico utilizando un inversor y cargador

Fuente: [12]

Por otra parte, se encuentra el uso de convertidores multipuerto integrados (MPC) donde el vehículo eléctrico, puede ser alimentado directamente desde paneles fotovoltaicos o la red eléctrica de ser necesario, tal y como se lo muestra en la figura 25.

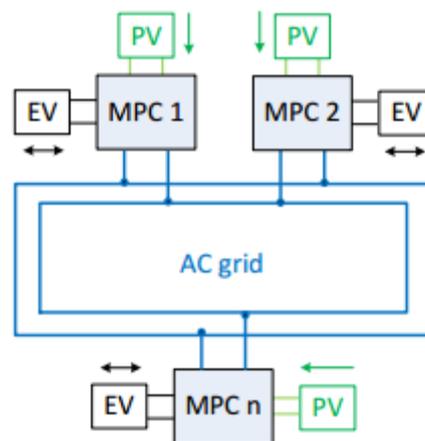


Figura 25: Recarga de un vehículo desde módulos fotovoltaicos o desde la red

Fuente: [12]

Actualmente en el mercado se comercializan modelos de vehículos eléctricos que requieren de una potencia de alrededor de 50 kW dependiendo del fabricante y cuya autonomía es de máximo 200 km. En el caso que la energía provenga de un generador fotovoltaico, es necesario cuantificar el número



de paneles y baterías requeridas para generar y almacenar la energía que abastezca al vehículo durante el periodo de carga.

En redes inteligentes existe la posibilidad de que el vehículo funcione como almacenamiento de la carga proveniente de los paneles solares y que de esta manera pueda proveer energía a la vivienda en el caso de que el generador fotovoltaico no pueda producir la energía requerida por los equipos dentro del hogar. Esto, sin embargo, requiere de dispositivos de control que gestionen la interacción del vehículo con el sistema de generación y almacenamiento, lo cual encarece el costo final y además reduce la vida útil de las baterías del auto.

En el siguiente capítulo se realizará una estimación de los parámetros que se deben tomar en cuenta al momento de diseñar un sistema de recarga para vehículos eléctricos.

3 DATOS, CALCULOS Y RESULTADOS

En el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos se debe en tomar en cuenta una secuencia de pasos que facilita la correcta selección de los equipos que formaran parte del sistema de generación, regulación, acondicionamiento y distribución de energía. De acuerdo a lo planteado, el sistema propuesto para el análisis estará compuesto por paneles fotovoltaicos, baterías, regulador de carga, cableado y acondicionador de corriente DC/DC.

Para el dimensionamiento del sistema se recomienda tomar en cuenta las siguientes actividades:

- Determinar la disponibilidad del recurso solar o potencial energético solar.
- Determinar el tipo de cargas eléctricas dentro de la instalación.
- Determinar el consumo energético pico o promedio.
- Identificar las pérdidas producidas por los diferentes equipos que forman parte de la instalación.
- Determinar las dimensiones del generar fotovoltaico.
- Dimensionar las baterías del sistema fotovoltaico.
- Seleccionar el tipo de regulador de carga adecuado.
- Dimensionar el cableado de la instalación.
- Seleccionar el tipo de convertidor DC/DC.

3.1 Recurso solar

Como se mencionó anteriormente, el archipiélago de las islas Galápagos posee una ubicación que favorece el aprovechamiento del potencial solar, ya que está localizado cerca de la línea ecuatorial, lo cual permite tener relativamente altos niveles de irradiación solar durante la mayor parte del año.

De acuerdo con el análisis de varias herramientas tecnológicas, disponibles en la red y de libre acceso, se puede establecer cuál es la cantidad de radiación promedio disponible en la región y a partir de estos datos dimensionar el sistema fotovoltaico idóneo para su implementación en el proyecto en cuestión.

Se analiza la disponibilidad del recurso solar en la región utilizando la información gráfica recopilada en la página web de SolarGis [13], donde se obtienen los valores tanto de la irradiación solar directa normal, como de la Irradiación global horizontal. Dichos valores se los muestra en las figuras 26 y 27 a continuación:

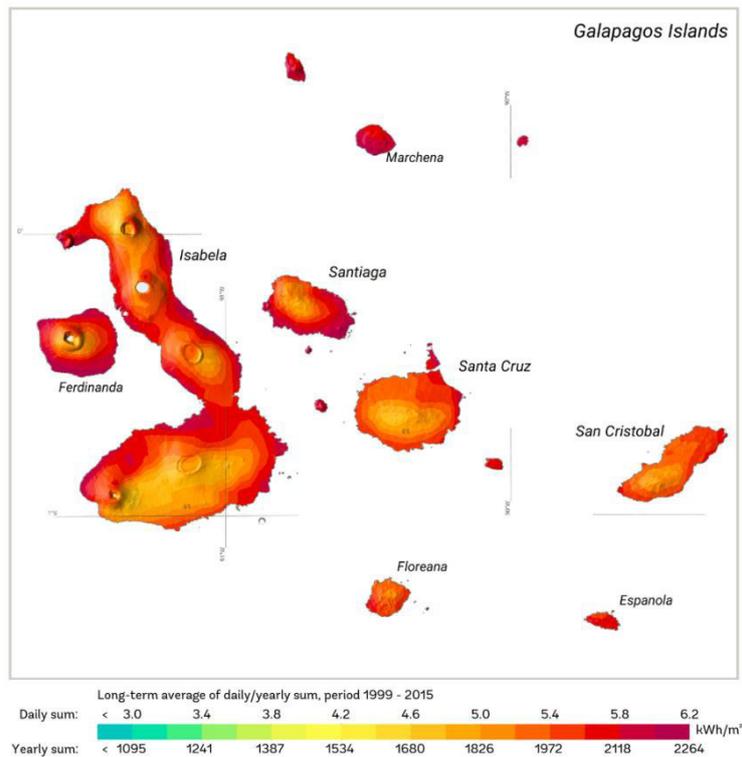


Figura 26: Irradiación Solar Directa Normal
Fuente: SOLARGIS

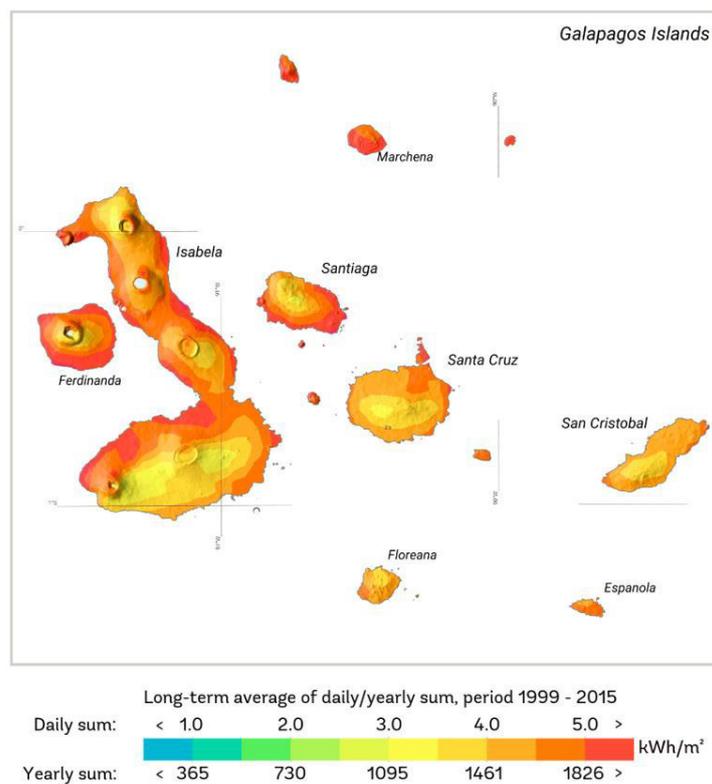


Figura 27: Irradiación Solar Global Horizontal
Fuente: SOLARGIS

Gracias a las imágenes obtenidas del sitio web mencionado previamente se puede garantizar que la totalidad del archipiélago goza de un enorme potencial energético, pero debido a que las poblaciones se agrupan en zonas específicas se procederá a evaluar la cantidad de irradiación en los sitios de mayor concentración poblacional. Los sitios escogidos para el análisis dentro de la provincia son Puerto Ayora y Puerto Baquerizo Moreno en las islas Santa Cruz y San Cristóbal respectivamente.

Para obtener los valores aproximados de radiación en los centros urbanos de estas ciudades se ha tomado como referencia el registro histórico almacenado en la base de datos de la Comisión Europea [14], de donde se tiene información relacionada con la temperatura local, ángulos de inclinación óptimos, irradiancia anual, mensual e incluso horaria.

A continuación, se muestra las zonas consideradas como factibles para la instalación de sistemas fotovoltaicos, ya sea por la disponibilidad de recurso solar, como por su proximidad a los centros poblados.

Figura 28: Puerto Ayora - Isla Santa Cruz

Fuente: PVGIS

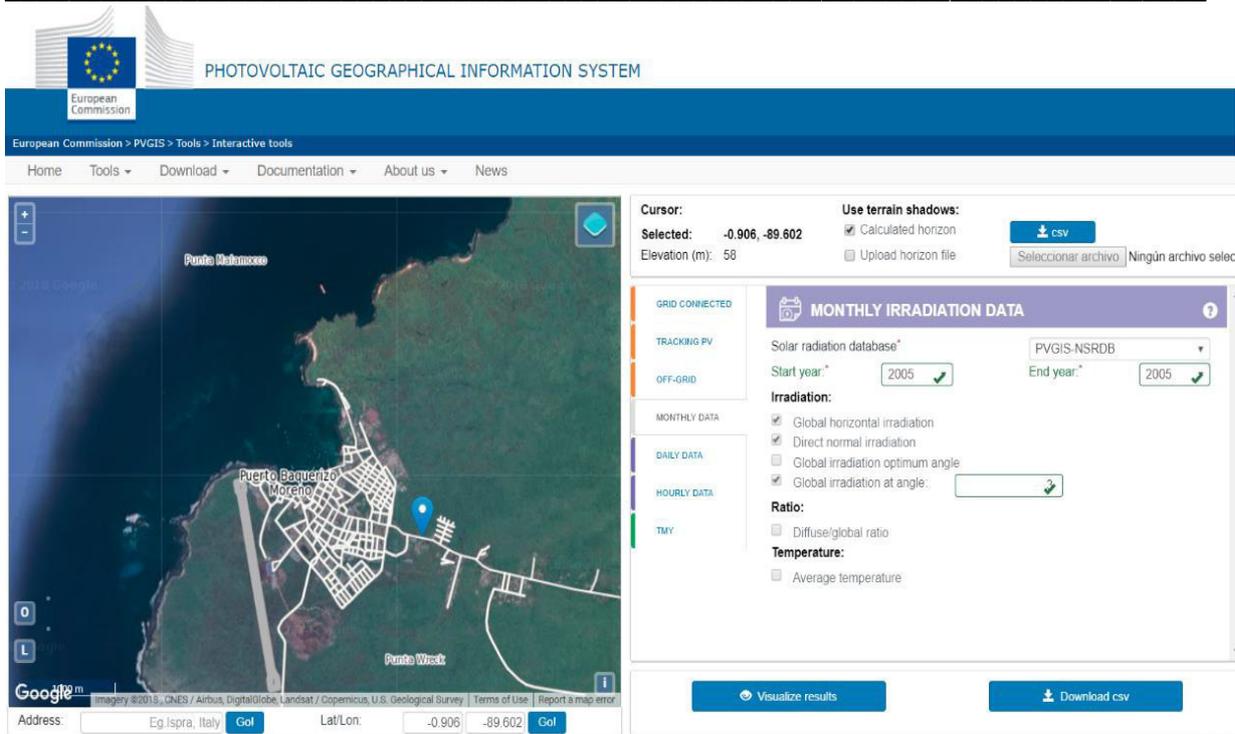


Figura 29: Puerto Baquerizo Moreno - Isla San Cristóbal
Fuente: PVGIS

Mediante PVGIS se ha analizado la cantidad de irradiancia en dos de las zonas con mayor cantidad de población dentro del archipiélago. De esta manera se ha identificado que la isla Santa Cruz es una de las más idóneas para albergar instalaciones fotovoltaicas, al igual que la capital de la provincia, la isla San Cristóbal.

De acuerdo con la información histórica disponible en PVGIS, los datos de irradiación global directa desde el año 2005 hasta el 2015 son representados en las tablas 16 y 17.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom
Ene	166	160	145	138	158	124	178	185	158	171	158	158
Feb	183	142	176	143	160	110	153	151	154	162	162	154
Mar	194	205	202	179	224	160	208	201	193	210	201	198
Abr	183	194	194	159	197	176	153	169	190	188	182	180
May	160	157	167	152	149	167	169	160	168	157	146	159
Jun	128	129	142	112	113	149	143	146	140	130	148	135
Jul	136	122	143	129	130	138	145	129	150	130	141	136
Ago	176	178	184	161	172	184	193	178	189	176	176	179
Sep	159	184	188	161	181	170	189	105	179	180	164	169
Oct	182	188	178	183	187	189	189	186	208	205	192	190
Nov	177	189	186	184	191	195	186	196	201	174	192	188
Dic	150	145	146	166	116	151	159	140	157	138	163	148
TOTAL	1994	1993	2051	1867	1978	1913	2065	1946	2087	2021	2025	1995

Tabla 16: Irradiación Global Horizontal [kWh/m²], Isla Santa Cruz
Fuente: Propia

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Prom
Ene	186	189	170	168	159	173	190	163	170	186	174	175
Feb	165	144	167	152	151	143	141	143	138	159	168	152
Mar	194	180	189	166	209	163	190	178	178	197	179	184
Abr	188	187	201	172	178	184	155	163	179	165	165	176
May	175	170	191	177	179	190	180	175	191	181	149	178
Jun	166	169	176	147	162	181	173	168	184	171	169	170
Jul	168	174	184	159	171	187	194	183	194	185	186	180
Ago	181	183	185	172	172	199	203	201	205	201	198	191
Sep	160	185	187	170	183	191	207	113	195	203	192	181
Oct	183	184	195	183	196	211	206	204	217	212	203	199
Nov	186	172	183	183	201	201	203	196	198	193	197	192
Dic	170	178	173	184	177	177	194	177	192	171	188	180
TOTAL	2122	2115	2201	2033	2138	2200	2236	2064	2241	2224	2168	2158

Tabla 17: Irradiación Global Horizontal [kWh/m²], Isla San Cristóbal

Fuente: Propia

A pesar de que en términos de cantidad de irradiación solar global San Cristóbal presenta un ligero mejor valor, se ha decidido escoger Santa Cruz para el consiguiente análisis debido a que en esta zona existe mayor densidad poblacional. Con el fin de estudiar el comportamiento de la radiación solar sobre la Isla Santa Cruz se muestra en la figura 30 la tendencia que tienen estos registros históricos y se los contrasta con un valor promedio de los mismos. Se observa que en los meses donde se tiene las condiciones más favorables son los meses de marzo y octubre; mientras que, los meses en los que la irradiación solar es significativamente menor son junio y julio.

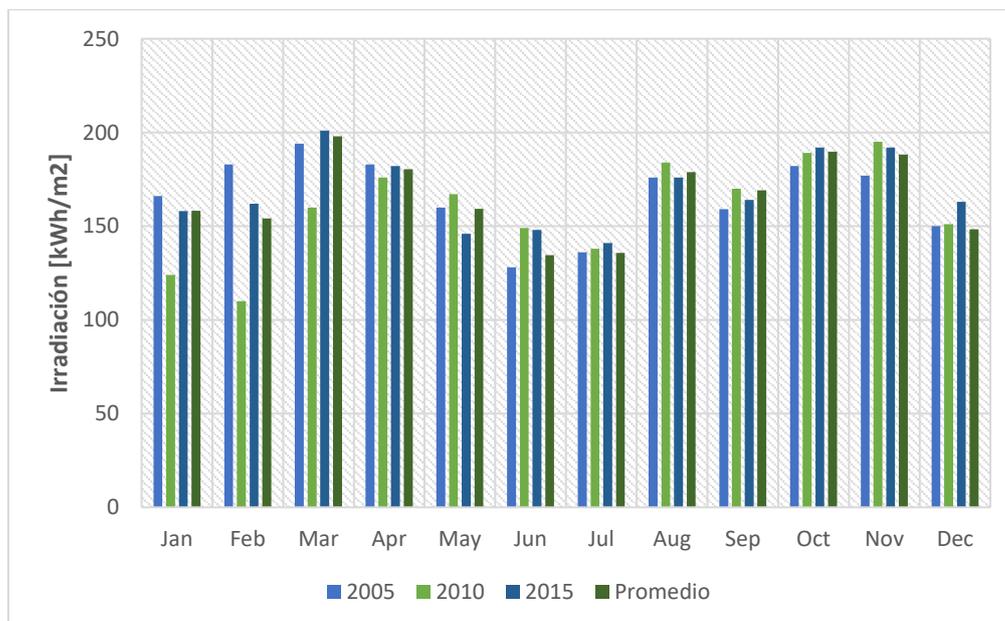


Figura 30: Irradiación Global Horizontal anual, Isla Santa Cruz

Fuente: Propia

Uno de los parámetros más importantes a analizar es la irradiancia global incidente sobre una placa horizontal. Al estar el archipiélago en una latitud muy aproximada a la línea ecuatorial, el ángulo óptimo de inclinación de los paneles es muy cercano a 0° y además el número de horas solares a lo largo del año es aproximadamente constante. El análisis se lo realizará para el mes de julio por presentar los valores de irradiancia más bajos del año.

En la figura 31 se indica la irradiancia disponible a lo largo de un día del mes de julio.

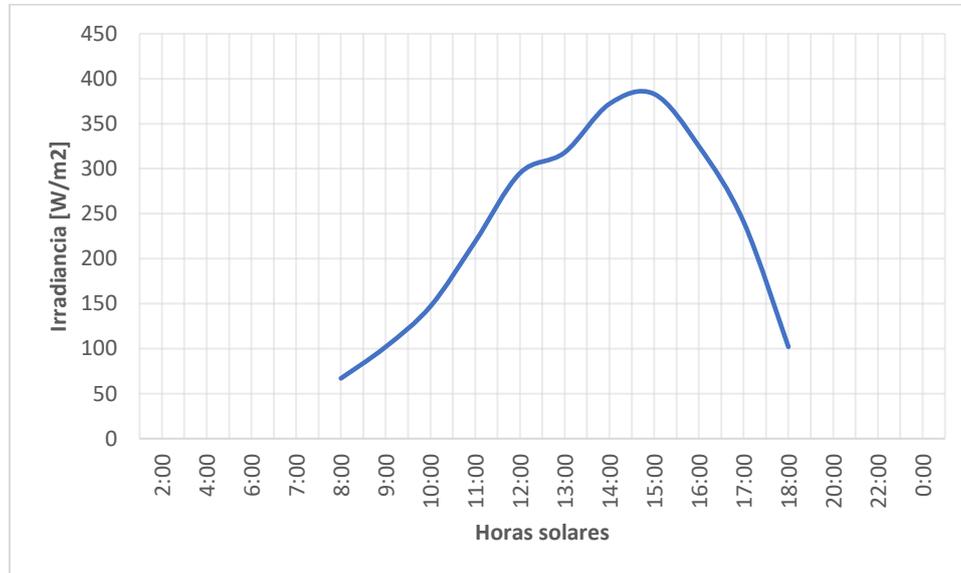


Figura 31: Irradiancia diaria para el ángulo óptimo de inclinación

Fuente: Propia

De acuerdo con el registro histórico, los meses de junio y julio son los menos favorables en términos de radiación solar por lo que serán los puntos de partida para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico considerado en este proyecto.

A continuación, en la tabla 18 se muestra la irradiación promedio diaria y la hora solar pico (HSP) que se tiene en cada uno de los meses a lo largo de todo el año, como se ha venido mencionando julio presenta los valores más bajos y por lo tanto los más críticos en cuestión de diseño.

Mes	H(opt) Wh/m ² /día	HSP
Ene	5105.6	5.1
Feb	5506.5	5.5
Mar	6384.2	6.4
Abr	6015.2	6.0
May	5137.8	5.1
Jun	4484.8	4.5
Jul	4378.3	4.4
Ago	5768.3	5.8
Sep	5636.4	5.6
Oct	6120.2	6.1
Nov	6275.8	6.3
Dic	4783.0	4.8
Total	65596.0	

Tabla 18: Irradiación promedio diaria por mes en Isla Santa Cruz
Fuente: Propia

3.2 Estimación de la demanda

Para estimar la potencia que se debe suministrar a una vivienda para satisfacer las demandas básicas de confort de sus habitantes, se ha considerado agrupar los equipos necesarios dentro de una cocina, habitación, sala-comedor y equipos misceláneos.

Con el fin de evaluar el consumo energético dentro de una vivienda se estimará el tiempo de funcionamiento, de acuerdo a valores típicos encontrados, para cada uno de los equipos, en la literatura [10]; con la finalidad de cuantificar la cantidad de energía requerida para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

En el capítulo anterior se abordó el tema de la disponibilidad comercial de los equipos y de la factibilidad de realizar modificaciones dentro de la electrónica de los electrodomésticos para su conversión tecnológica de corriente alterna a continua. El siguiente paso es analizar la demanda energética de cada uno de estos equipos al sistema de generación de energía eléctrica. Debido a su alto requerimiento de potencia se analizará por separado los parámetros que debe satisfacer la instalación para la recarga de un vehículo eléctrico.

3.2.1 Demanda equipos de cocina

Una cocina debe estar equipada con ciertos electrodomésticos, de los cuales en la tabla 19 se detallan sus requerimientos eléctricos; así como el tiempo referencial de funcionamiento para la estimación de la energía consumida.

De acuerdo a las recomendaciones del apartado 1.4.5, los electrodomésticos con potencias menores a 1500 W en teoría pueden funcionar con corriente continua, ya que, con un voltaje adecuado, la corriente necesaria para suplir la potencia requerida no demandará de un cableado de grandes dimensiones. De acuerdo con lo antes expuesto, la cocina de inducción es muy poco factible que pueda utilizar corriente continua, ya que demanda una gran potencia. Sin embargo, se analizará el

consumo energético de los equipos que en la actualidad utilizan corriente alterna como fuente de alimentación, pero que se supone podrían ser alimentados con DC después de ser modificados.

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Voltaje [V]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Hasta 12 V					
Cacerola	1	165	12	2	330
Cafetera	1	156	12	1	156
Iluminarias	3	11	12	3	99
Hasta 48 V					
Refrigeradora	1	128	24	6.5	832
Hasta 110 V					
Lavavajilla	1	1080	110	1	1080
Mayor a 220 V					
Cocina de inducción	1	7200	220	2	14400

Tabla 19: Demanda de energía cocina [Wh/día]

Fuente: Propia

3.2.2 Demanda equipos de habitaciones

Dentro de una vivienda familiar, según la información proveniente de los censos realizados en el archipiélago, se tiene la ocupación de grupos familiares pequeños de 3 habitantes; por esta razón se considerará el equipamiento de 2 habitaciones para la estimación del consumo energético.

La tabla 20 muestra el consumo energético producido por los equipos eléctricos dentro de la zona de habitaciones en base a su potencia y su tiempo de uso.

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Voltaje [V]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Hasta 12 V					
Despertador	2	10	5	0.25	5
Cargador teléfono móvil	4	12	5	4	192
Iluminarias	3	11	12	3	99
Hasta 48 V					
Laptop	2	90	20	3	540

Tabla 20: Demanda de energía en habitaciones [Wh/día]

Fuente: Propia

3.2.3 Demanda equipos de Sala – Comedor

Dado que las condiciones de temperatura en la región son relativamente altas durante ciertos periodos del año, se ve la necesidad de considerar un equipo pequeño de aire acondicionado, además de los equipos tradicionales, para garantizar las condiciones de confort de los ocupantes de la vivienda.

El equipo de aire acondicionado será utilizado en los meses en los que históricamente se tenga las más altas temperaturas lo cual generalmente ocurre entre febrero y abril según el reporte conseguido de la herramienta PVGIS [14].

A continuación, en la figura 32 se muestran las consideraciones realizadas para la justificación del uso de un equipo para aire acondicionado

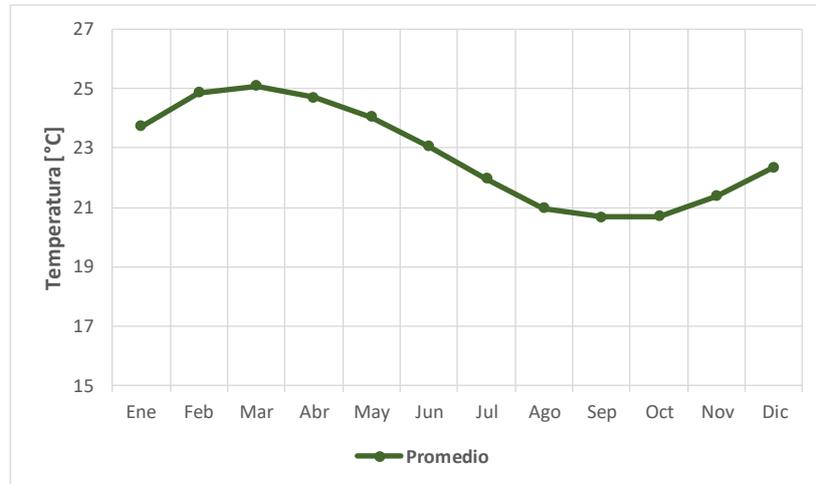


Figura 32: Perfil de temperatura mensual

Fuente: Propia

De esta manera, se analizará el número de horas que idealmente los equipos de aire acondicionado deberán estar operando durante el mes de marzo que viene a ser el peor escenario en términos de condiciones de confort para los habitantes. La figura 33 muestra la evolución diaria de la temperatura para el mes de marzo.

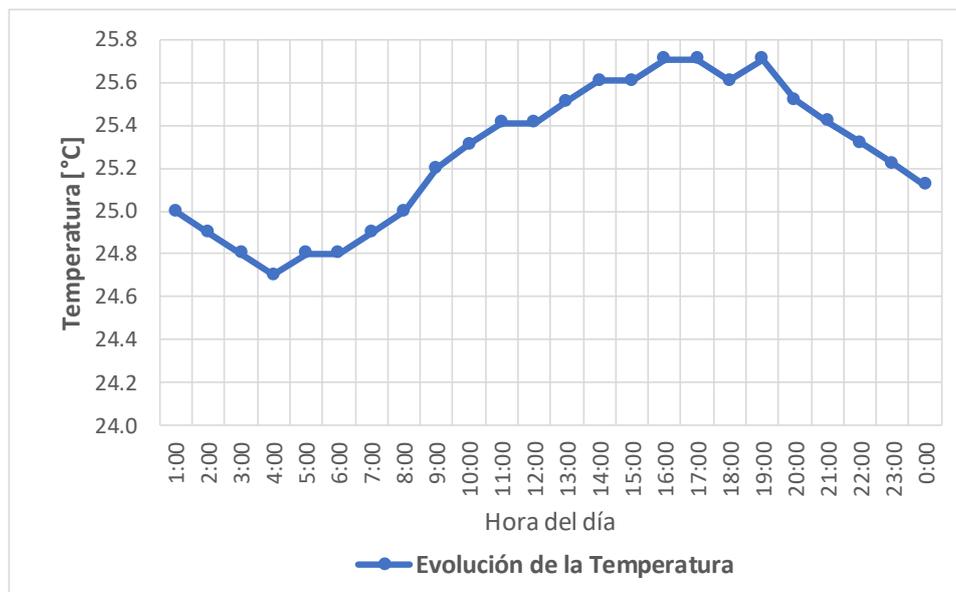


Figura 33: Temperatura horaria mes de marzo

Fuente: Propia

Para garantizar las adecuadas condiciones de confort la ASHRAE sugiere que las temperaturas dentro de un recinto habitado deben ser cercana a los 24 °C con un rango de ± 1.5 °C [15]. A continuación, la figura 34 muestra las sensaciones de confort en función de la temperatura

Es por esto, que para la estimación del tiempo de operación del equipo de aire acondicionado se consideraran, por un lado, las horas en las que la temperatura supera los 25.5 °C y, por otro lado, el tiempo en el que habrá ocupación dentro de la vivienda.

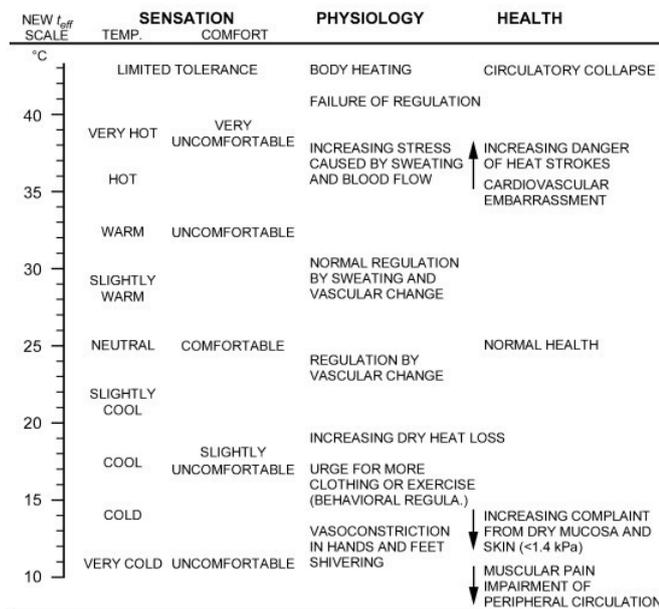


Figura 34: Respuestas sensoriales, fisiológicas y de salud humanas relacionadas con la exposición prolongada

Fuente: ASHRAE 2017

Por lo tanto, tomando en cuenta el consumo energético y la potencia de los equipos a instalarse en la zona de sala y comedor la tabla 21 resume la cantidad de energía requerida.

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Voltaje [V]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Hasta 12 V					
Iluminarias	3	11	12	3	99
Cargador teléfono móvil	2	12	5	2	48
Hasta 48 V					
Laptop	1	90	20	2	180
Aire acondicionado	1	500	48	4	2000

Tabla 21: Demanda de energía en sala - comedor [Wh/día]

Fuente: Propia

3.2.4 Demanda equipos misceláneos

En este apartado se considerará ciertos equipos que no están asociados a una zona específica de la vivienda, pero que por su alta potencia requerida es importante que se los tome en cuenta a la hora de cuantificar su consumo energético. A continuación, la tabla 22 resume la cantidad de energía requerida.

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Voltaje [V]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Hasta 12 V					
Aspiradora	1	120	12	0.5	60
Hasta 110 V					
Lavadora	1	1200	110	1	1200
Mayor a 220 V					
Calentador de agua	1	1500	220	4	6000

Tabla 22: Demanda de energía equipos misceláneos [Wh/día]

Fuente: Propia

3.2.5 Demanda de equipos DC Vs AC

Existen equipos que convencionalmente son alimentados con corriente alterna y que tienen una demanda de potencia elevada, pero actualmente en el mercado se comercializa una versión DC portátil de dichos equipos, que podrían reemplazar a los equipos tradicionales.

A continuación, en las tablas 23 y 24 se muestra las especificaciones técnicas de los equipos de acuerdo a la tecnología que incorporan, así como su consumo energético:

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Voltaje [V]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Plancha	1	150	12	1	150
Horno	1	800	12	1	800
Microondas	1	660	12	0.1	66
TV	2	12	12	4	96

Tabla 23: Demanda energética de Equipos DC [Wh/día]

Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Voltaje [V]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Plancha	1	1500	110	1	1500
Horno	1	1500	110	1	1500
Microondas	1	1000	110	0.1	100
TV	2	250	110	4	2000

Tabla 24: Demanda energética de Equipos modificados de AC a DC

Fuente: Propia

3.2.6 Demanda total

En resumen, con todas las consideraciones realizadas y analizando los peores escenarios posibles se ha estimado la cantidad de energía requerida por los equipos básicos que se deberán considerar dentro de la instalación de una vivienda. De esta manera, se podrá dar paso al dimensionamiento del sistema fotovoltaico y de los equipos que lo componen. En la tabla 2 y figura 35 se muestran estos valores.

Zona	Consumo tipo 1 [Wh/día]	Consumo tipo 2 [Wh/día]	Consumo tipo 3 [Wh/día]	Consumo tipo 4 [Wh/día]
Cocina	585	832	1080	14400
Habitaciones	296	540	-	-
Sala - Comedor	147	2180	-	-
Misceláneos	60	-	1950	6000
Equipos DC vs AC	1112	-	-	-
Total	2200	5752	8782	29182

Tabla 25: Demanda total de energía en una vivienda [Wh/día]

Fuente: Propia

Los consumos energéticos obtenidos representan diferentes características de la instalación, siendo:

- Consumo tipo 1: Equipos hasta 12 V.
- Consumo tipo 2: Consumo tipo 1 + Equipos hasta 48 V.
- Consumo tipo 3: Consumo tipo 2 + Equipos hasta 110 V.
- Consumo tipo 4: Consumo tipo 3 + Equipos hasta 240V.

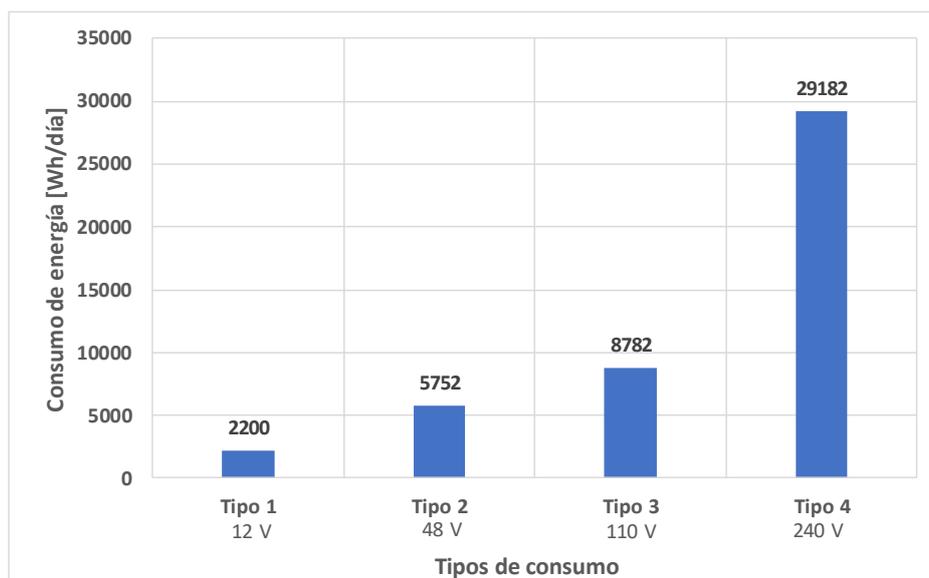


Figura 35: Consumo energético según el tipo de consumo

Fuente: Propia

A partir de estos valores obtenidos para cada tipo de consumo en la tabla 26 se muestran los indicadores de consumo energético por habitante y por año estimados. Estos valores servirán de base

para la comparación con los valores estadísticos publicados en el informe de la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad detallados en el apartado 1.4.4 del capítulo 1.

Indicador	Consumo tipo 1	Consumo tipo 2	Consumo tipo 3	Consumo tipo 4
kWh/habitante por día	0.73	1.92	2.68	9.48
kWh/habitante anualmente	267.7	699.8	977.2	3459.2

Tabla 26: Indicadores energéticos para cada tipo de consumo analizado
Fuente: Propia

A continuación, en la tabla 27 se resume el consumo energético producido por los equipos de acuerdo al nivel de tensión al cual deben ser alimentados, de esta manera se ha cuantificado la potencia que se necesita que un sistema de generación provea en cada caso; sin embargo, la potencia acumulada se considera como la potencia generada para satisfacer cargas que operan a un específico nivel de tensión sumado la potencia requerida para alimentar a cargas alimentadas a un menor voltaje.

Parámetro	12 V	48 V	110 V	240 V
Consumo [Wh]	2200	3552	3030	20400
Potencia [W]	2266	898	3780	8700
Potencia Acumulada [W]	2266	3164	6944	15644

Tabla 27: Consumo de energía y potencia requerida según el nivel de tensión
Fuente: Propia

3.3 Componentes del sistema fotovoltaico

De acuerdo con las recomendaciones mencionadas en el capítulo 1, para el dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico, se considera la necesidad de especificar los parámetros más relevantes en cada uno de los dispositivos que son parte de un sistema como el de la figura 36.

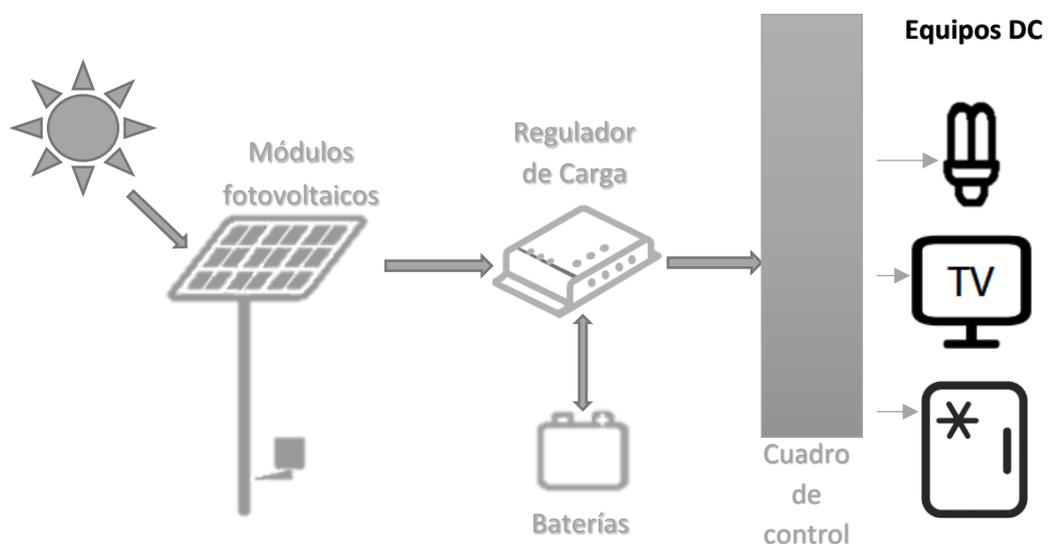


Figura 36: Esquema de un sistema fotovoltaico asilado de la red
Fuente: Propia

De esta manera, los parámetros estimados servirán como sustento de una futura selección del mejor proveedor para el suministro de componentes para el sistema fotovoltaico.

3.3.1 Generador fotovoltaico

Para el dimensionamiento del generador fotovoltaico es necesario recurrir a información técnica proveniente de catálogos de fabricantes para obtener la potencia pico y el voltaje nominal que puede producir los módulos solares. Se ha planteado analizar los distintos tipos de consumo expuestos previamente; en estos se ha considerado, por un lado, el uso de equipos que operan en DC con baja tensión y que se los puede encontrar comercialmente y, por otro lado, la carga de equipos DC sumado la carga de equipos que frecuentemente usan AC como fuente de alimentación, pero se asumirá la posibilidad de alimentarlos con corriente continua.

De esta manera se calculará inicialmente la potencia mínima del generador fotovoltaico, así como la cantidad de módulos solares requeridos.

$$PMG = \frac{GCEM * E_{dm}}{G_{dm} * PR} \quad (3)$$

$$E_{dm} = \frac{L_{mDC}}{\eta_B} \quad (4)$$

$$N_T = \frac{PMG}{P_M} \quad (5)$$

$$N_S = \frac{V_B}{V_{M,MOD}} \quad (6)$$

$$N_P = \frac{N_T}{N_S} \quad (7)$$

De donde:

- PMG: Potencia mínima del generador (W)
- GCEM: Irradiancia medida en condiciones estándar. Su valor es 1000 W/m²
- Edm: Promedio mensual de la energía que el generador fotovoltaico debe producir diariamente (Wh).
- Gdm: Promedio mensual de la radiación diaria para una inclinación dada (Wh/m²)
- PR: Rendimiento global del sistema.
- LmDC: Consumo diario promedio de cargas en DC (Wh)
- η_B: eficiencia de las baterías.
- PM: Potencia pico (W)
- Vm: Voltaje nominal de un módulo(V)

- Ns: Número mínimo de módulos conectados en serie
- Np: Número de ramas conectadas en paralelo
- VB: Voltaje nominal de la batería [V]

Para el análisis de los casos se ha recurrido a catálogos de fabricantes con el fin de obtener valores referenciales de ciertos parámetros necesarios para el cálculo. El módulo seleccionado se lo especifica en el Anexo C, tiene una potencia nominal de 310 W, voltaje de operación de 36.6 V, corriente de operación 8.47 A y una eficiencia de 16%. Adicionalmente se considerará una eficiencia del 80% para el sistema de almacenamiento de carga.

A continuación, se muestra el proceso de cálculo para uno de los escenarios planteados en el apartado 3.2.6 Se considera que todas las cargas operan con corriente continua. Por lo tanto, reemplazando valores en la ecuación 4, tenemos que:

$$E_{dm} = \frac{2200}{0.8} = 2750 \text{ Wh}$$

Mientras que la potencia mínima del generador

$$PMG = \frac{1000 * 2750}{4378 * 0.6} = 1047W$$

Una vez calculada la potencia mínima para el generador, es necesario cuantificar la cantidad de módulos requeridos para satisfacer la potencia requerida.

Entonces:

$$N_T = \frac{1047}{310} = 3.4 \approx 4 \text{ módulos fotovoltaicos}$$

Con el número de módulos obtenido se calcula la potencia total que el generador fotovoltaico producirá.

$$PMG = P_M * N_T = 310 * 4 = 1.24 \text{ kW}$$

Finalmente, se ha definido el número mínimo de módulos que se deben conectar en serie y en paralelo de acuerdo a las ecuaciones 6 y 7:

$$N_S = \frac{12}{36.6} = 0.33 \rightarrow 1 \text{ módulo fotovoltaico conectado en serie}$$

$$N_P = \frac{4}{1} = 4 \text{ módulos conectados en paralelo}$$

En resumen, cada tipo de consumo requiere una cantidad específica de energía, para la cual se ha planteado ciertos niveles de voltaje a producir por el generador fotovoltaico. De esta manera, se ha cuantificado la cantidad de módulos, su configuración y el área aproximada que ocuparían.

A continuación, se incluye en la tabla 28 algunos parámetros de la instalación calculados dependiendo del tipo de consumo energético:

Parámetro	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Energía promedio diaria [Wh/día]	2750	7190	10978	36478
Potencia mínima generador [W]	1047	2737	4179	13887
Potencia generada [kW]	1.24	3.1	5.0	15.2
Voltaje planteado [V]	12	48	110	240
Total Módulos	4	10	16	49
Módulos en serie	1	2	4	7
Módulos en paralelo	4	5	4	7
Área [m ²]	10	24	39	119

Tabla 28: Parámetros de cada escenario

Fuente: Propia

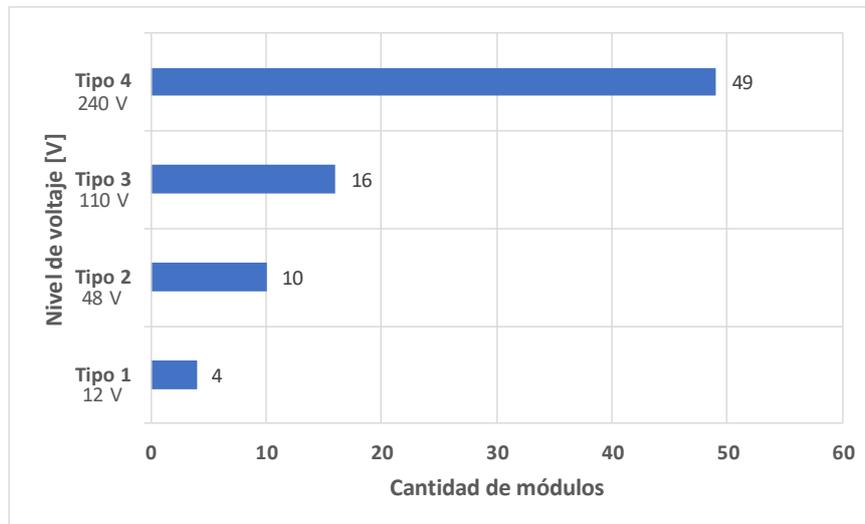


Figura 37: Cantidad de módulos requeridos según el nivel de tensión

Fuente: Propia

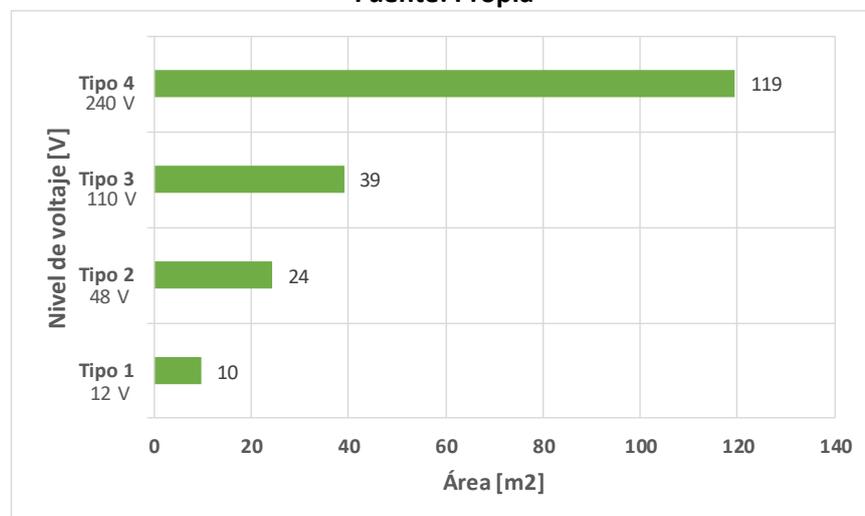


Figura 38: Área requerida para la instalación según el nivel de tensión

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla 28, existe una enorme diferencia entre el consumo energético tipo 1 y 4, ya que en el primero se ha considerado la utilización de electrodomésticos comercializados para operar a un nivel de tensión de 12 V, mientras que en el cuarto caso se ha considerado que muchas de las cargas dentro del hogar tienen una considerable probabilidad de ser modificadas para operar con corriente continua, pero a un nivel de tensión más alto. De igual manera, las figuras 37 y 38 muestran el notable impacto que tiene la generación de energía a un nivel de tensión más elevada, especialmente sobre la cantidad de módulos requeridos y del área necesaria para su instalación.

3.3.2 Baterías

Debido a la naturaleza de los sistemas fotovoltaicos, en los cuales la disponibilidad de la radiación solar depende de la época del año y de las condiciones meteorológicas de la región en donde se llevará a cabo la instalación. Generalmente, en sistemas autónomos es necesario el uso de métodos de almacenamiento de energía que permitan tener un periodo de autonomía durante las horas en las que no se disponga del recurso solar.

Uno de los métodos más utilizados para el almacenamiento de energía, es el almacenamiento electroquímico en baterías que se basa en la conversión de energía química en eléctrica y viceversa. Entre los parámetros más importantes a tomar en cuenta al momento de dimensionar un sistema de almacenamiento y la selección de una adecuada batería tenemos la profundidad de descarga PD y el número de ciclos, que definirán la vida útil de estos dispositivos.

En la actualidad se comercializa baterías monobloques capaces de almacenar energía a distintos niveles de tensión; así como bancos de baterías formadas por vasos con una capacidad de almacenaje de energía con un nivel de tensión de 2 V y conectados unos con otros con la finalidad de formar un acumulador de carga con niveles de tensión de hasta 48 V, tal y como se lo muestra en la figura 39 a continuación:

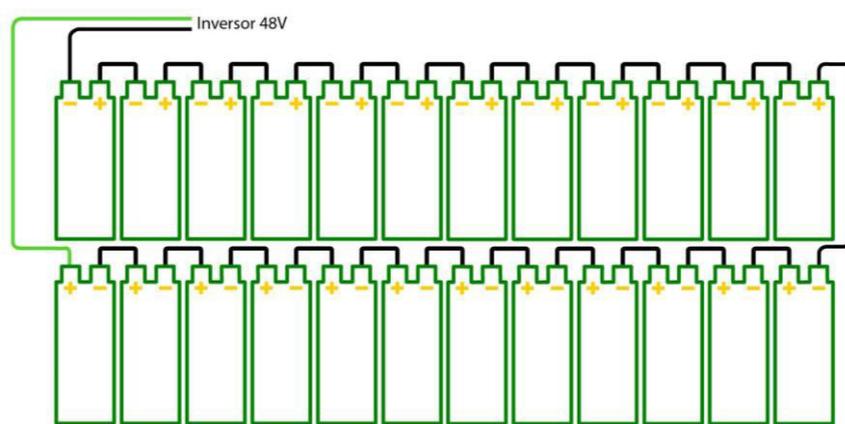


Figura 39: Acumulador de carga formado por vasos estacionarios⁷

⁷ <https://autosolar.es/baterias/baterias-48v>

Para conocer la capacidad de almacenaje diario y estacional que el sistema requiere partimos de las siguientes ecuaciones:

$$C_{Bd} = \frac{E_{dm}}{PD_{max,d} * V_B} \quad (8)$$

$$C_{Be} = \frac{E_{dm} * N}{PD_{max,e} * V_B} \quad (9)$$

De donde:

- CBd: Capacidad nominal diaria de la batería [Ah/día]
- CBe: Capacidad nominal estacionaria de la batería [Ah/día]
- VB: Voltaje batería [V]
- N: número de días de autonomía [días]
- PDmax,d : Máxima profundidad de descarga diaria de la batería [%]
- PDmax,e : Máxima profundidad de descarga estacional de la batería [%]

Para el dimensionamiento del sistema de almacenamiento requerido para cada tipo de consumo se realizarán las siguientes consideraciones: en cuanto a los días de autonomía que deberán cubrir las baterías, en el caso de que este no pueda producir energía por condiciones no favorables, se ha considerado un periodo de 3 días de autonomía y además una profundidad de descarga del sistema de almacenaje de máximo el 25% diariamente y el 70% para estacional con la finalidad de extender la vida útil de los equipos.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, el dimensionamiento se lo hará en base a los cuatro tipos de consumo de energía evaluados y para el nivel de tensión específico en cada uno de los casos.

Inicialmente, se evaluará la capacidad del sistema de almacenamiento para abastecer de energía cargas de hasta 12 V, por lo que se ha considerado que este nivel de tensión será el que las baterías almacenarán la carga. De esta manera, se considera la capacidad de almacenamiento en el banco de baterías:

$$C_{Bd} = \frac{2750}{0.25 * 12} = 917 \text{ Ah}$$

$$C_{Be} = \frac{2750 * 3}{0.7 * 12} = 982 \text{ Ah}$$

La capacidad del banco de baterías será el mayor valor obtenido entre la capacidad diaria y la estacional, entonces CB = 982 Ah. Con el fin de almacenar esta carga, el arreglo de baterías se lo recomienda realizar en una configuración en serie y paralelo con baterías de bajo voltaje y alta capacidad de almacenaje para facilitar su manejo y la posibilidad de seleccionar baterías de bajo peso,

lo cual siempre resultara ser la mejor opción [16]. Una de las posibles alternativas es el uso de 5 acumuladores en paralelo, dando como resultado un almacenaje con 5 baterías con 12 V de tensión y 223 Ah de capacidad de almacenamiento cada una.

A continuación, se incluye en la tabla 29 los resultados obtenidos para cada uno de los casos analizados. Además, se ha considerado información proveniente de catálogos, para la selección de la capacidad de almacenamiento de las baterías con una tasa de descarga de 223 Ah en 72 horas.

Parámetro	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Voltaje planteado [V]	12	48	110	240
V_B [V]	12	12	12	12
C_{72} [Ah]	223	223	223	223
C_{Bd} [Ah]	917	599	399	608
C_{Be} [Ah]	982	642	428	651
Baterías en serie	1	4	10	20
Baterías en paralelo	5	3	2	3
Total Baterías	5	12	20	60
Peso total [Kg]	130	624	1040	3120

Tabla 29: Características de los sistemas de almacenamiento según el tipo de consumo

Fuente: Propia

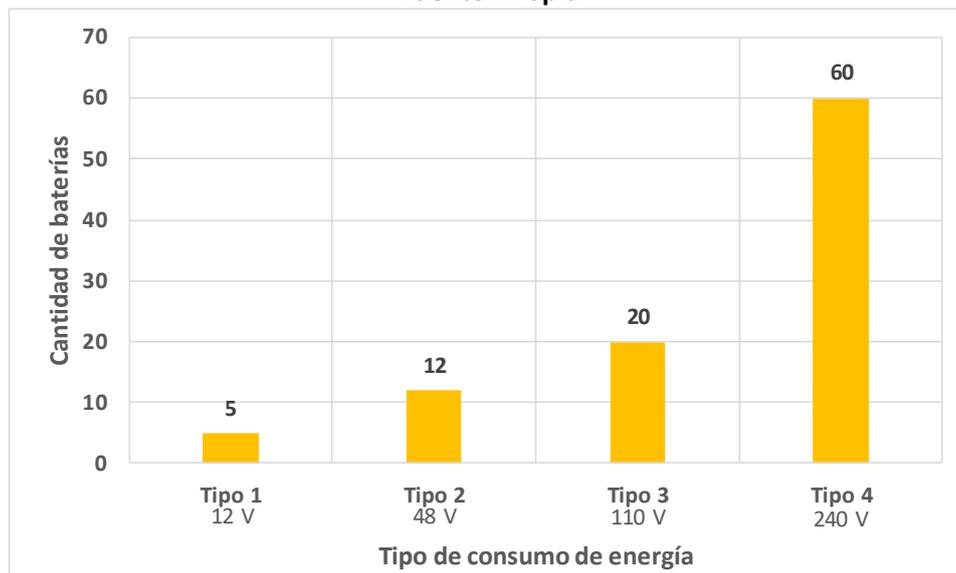


Figura 40: Cantidad de baterías según el tipo de consumo de energía

Fuente: Propia

Se puede observar en la figura 40 que para los casos en los que se plantea la utilización de equipos con niveles de tensión mayores a 110 V, la cantidad de baterías requeridas, así como su peso son significativamente mayor. La información de los dispositivos sugeridos se lo puede consultar en el Anexo C.

3.3.3 Regulador de carga

Con el fin de evitar daños en los equipos de la instalación; es decir, posibles sobrecargas en las baterías cuando estas han alcanzado su nivel máximo de carga, es necesaria la instalación de un dispositivo electrónico que limite el flujo de corriente hacia las baterías. En otras palabras, los controladores regulan la cantidad de carga proveniente desde los módulos solares hasta las baterías y además regulan el nivel mínimo de carga que pueden tener las baterías con el fin de preservar su vida útil.

En sistemas en los cuales el voltaje de acumulación de las baterías difiere del voltaje del generador fotovoltaico, se recomienda el uso de reguladores MPPT que buscan aprovechar al máximo la potencia que los módulos solares pueden producir.

Se recomienda su uso en sistemas fotovoltaicos con una potencia sobre los 100 Wp y en el caso de que se exceda los 30 A se debe instalar relés que eviten la formación de arcos eléctricos [17]

Para el dimensionamiento del controlador de carga se ha de considerar el valor más alto entre la intensidad de entrada y salida del dispositivo:

$$I_e = 1.25 * I_{SC,G} \quad (10)$$

$$I_{SC,G} = N_p * I_{SC,M} \quad (11)$$

$$I_s = 1.25 * \left(\frac{P_{DC}}{V_B} + \frac{P_{AC}}{\eta_{Inv} V_B} \right) \quad (12)$$

De donde se tiene que:

- I_e = Intensidad a la entrada del regulador [A]
- I_s = Intensidad a la salida del regulador [A]
- $I_{sc,G}$ = Intensidad que produce el generador fotovoltaico [A]
- $I_{sc,M}$ = Intensidad de cortocircuito de un módulo [A]
- P_{DC} = Potencia de las cargas en corriente continua [W]
- P_{AC} = Potencia de las cargas en corriente alterna [W]

Analizando las ecuaciones 10, 11 y 12 se tiene que:

De acuerdo con el número de paneles montados en paralelo que se ha considerado en el caso 1 se tiene lo siguiente:

$$I_{SC,G} = 4 * 9.02 = 36.1 \text{ A}$$

$$I_e = 1.25 * 36.1 = 45.1 \text{ A}$$

Considerando que todas las cargas funcionaran con corriente continua, se ha eliminado la potencia requerida en corriente alterna de la ecuación 12, entonces:

$$I_s = 1.25 * \left(\frac{2266}{12} \right) = 236 \text{ A}$$

El dimensionamiento del regulador de carga se lo recomienda hacer en base a la mayor de las intensidades que circularan por este dispositivo. Por lo tanto, se ha establecido para el primer tipo de consumo el uso de 4 dispositivos de 60 A, con el fin de que faciliten la regulación de la carga generada.

A continuación, en la tabla 30 se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los casos evaluados, para los cuales se ha determinado el número de reguladores necesarios.

Parámetro	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Módulos en paralelo	4	5	4	7
Potencia total DC [W]	2266	3164	6944	15644
Intensidad entrada regulador [A]	45.1	56.4	45.1	78.9
Intensidad salida regulador [A]	236.0	82.4	78.9	81.5
Regulador de carga [A]	60	100	80	80
Cantidad de reguladores	4	1	1	2

Tabla 30: Características del sistema de regulación de carga según el tipo de consumo

Fuente: Propia

En el caso de que se analice la incorporación de un inversor de corriente con la finalidad de poder comparar el costo de la instalación en los casos en los que se evalúa los tipos de consumo 3 y 4, que incorporan equipos con voltajes superiores a 110 V, se considerará que la energía proviene de los acumuladores y regulador de carga a un nivel de 48 voltios. En el Anexo C se incluye las especificaciones técnicas de un regulador de carga tomado como referencia.

3.3.4 Cuadro de maniobra, control y protección

Debida a la complejidad que en ocasiones conlleva la distribución de energía dentro de un establecimiento, es necesaria la instalación de componentes que faciliten esta tarea. Entonces, es imprescindible el uso de aparatos de control, medición y protección, tal y como se muestra en la figura 41.

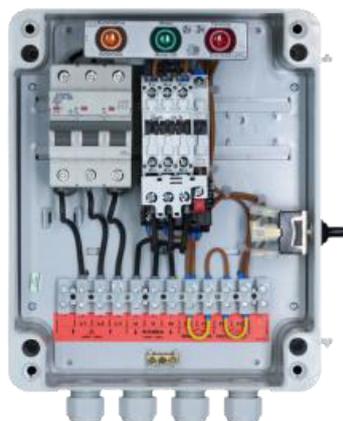


Figura 41: Cuadro de maniobra y control⁸

⁸ <http://riegoyaccesorios.es/es/cuadros-electricos/94-cuadro-de-maniobra-danfoss-27-42-a.html>

Un cuadro de control consta de barras de cobre o aluminio, con puntos terminales de conexión, que pueden ser de entrada o de salida. De este sitio es de donde se distribuye potencia a cada interruptor destinado a un específico electrodoméstico o servicio, por ejemplo: la iluminación de una zona.

Normalmente este tipo de equipos tendrán que estar compuestos por una parte estructural conocida como armario que tendrá la función de soportar el peso de los demás componentes albergados en su interior, para lo cual deberá garantizar su estabilidad mecánica.

Además, deberá contar con dispositivos para protección de sobrecargas como interruptores diferenciales, magnetotérmicos, fusibles, entre otros. Para la medición incluirá un amperímetro, voltímetro y vatímetro.

3.3.5 Convertidor DC/DC

Un convertidor DC/DC es un dispositivo electrónico que tiene como finalidad acondicionar el nivel de tensión requerido por un equipo específico. En este caso en particular, al estar el generador fotovoltaico entregando un voltaje de 48 V a 240 V, se ve la necesidad de que esta tensión sea reducida a los niveles operativos de los electrodomésticos, como por ejemplo 5 V para recargar una batería de un teléfono móvil.

A continuación, la figura 42 ilustra un circuito básico del principio de funcionamiento de un convertidor DC/DC, en el cual mediante la variación de la posición de un interruptor se genera una onda periódica con contenido de armónicos los mismos que son eliminados mediante el uso de filtros de onda para finalmente variar el nivel de voltaje de entrada a uno diferente a la salida.

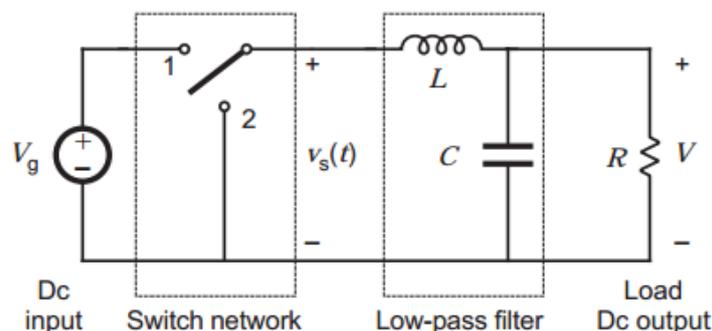


Figura 42: Circuito básico de un convertidor DC/DC

Fuente: [18]

En el Anexo C se ha incluido posibles dispositivos que satisfacen los requerimientos de conversión para diferentes niveles de tensión.

3.3.6 Cableado

Para un adecuado funcionamiento del sistema fotovoltaico es necesario un análisis oportuno de las características que deben tener los cables que interconectarán los distintos equipos y los niveles de corriente y voltaje en los que estarán operando.

3.3.6.1 Sección de cable

Para la estimación de las dimensiones de la sección del cable, se partirá de un diseño referencial de una vivienda familiar de 80 m² dividida en 2 plantas y una bodega que cumple con las necesidades de espacio y confort para un grupo familiar pequeño típico de la región.

El dimensionamiento del cable se lo hará tomando en cuenta la caída de tensión a causa de las longitudes del cableado eléctrico entre los componentes del sistema y la distribución eléctrica interna de la vivienda [19]. Según la ecuación 1.

$$S_{DC} = \frac{2 * L * I_{max}}{\sigma * e}$$

De donde:

- SDC: sección del cable [mm²]
- L: longitud del circuito [m]
- I_{max}: corriente máxima [A]
- σ : conductividad del material [m/(Ω *mm²)]
- e: caída de tensión máxima del tramo [V]

Generalmente los materiales utilizados para la fabricación de cables son aluminio y cobre debido a su excelente conductividad. De esta manera, para el presente proyecto se ha considerado las propiedades del cobre para los cálculos a realizar. $\sigma = 56 \text{ m}/(\Omega * \text{mm}^2)$

Para el cálculo de la sección adecuada de los cables se tomará en cuenta los diferentes tramos que conforman el circuito eléctrico; es decir, longitudes aproximadas de los puntos de conexión que deberán ser instalados alrededor de toda la vivienda desde los módulos solares. Se ha considerado que la instalación contará con puntos de conexión de distinto nivel de voltaje de acuerdo a los requerimientos de los equipos en cada una de las zonas.

De acuerdo a la distribución referencial analizada, desde los módulos solares instalados en el exterior, se deberá colocar el cableado hasta el regulador de carga en el interior del cuarto destinado a albergar todos los principales componentes del sistema eléctrico. Desde el cuadro eléctrico se distribuirá la energía hacia las dos plantas de la vivienda de una manera independiente tomando en cuenta el nivel de voltaje que se requiera. La figura 43 muestra la planta baja, donde comúnmente se instala la cocina, sala y comedor que son las zonas en las que se utiliza equipos con mayor demanda de potencia.

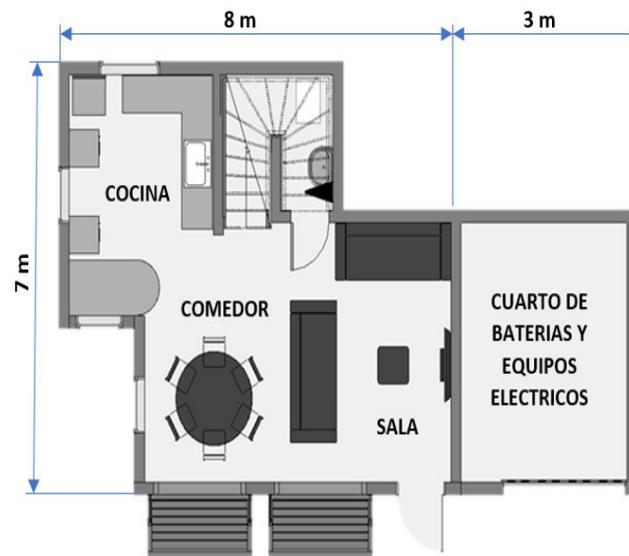


Figura 43: Distribución referencial, Planta baja,
Fuente: Propia

Se ha considerado que, en la primera planta representada en la figura 44, la vivienda disponga de dos habitaciones y un baño. En estas zonas no existirá una significativa demanda de potencia ya que los equipos a instalarse serán televisores, iluminarias y puntos de carga de laptop y teléfonos móviles.

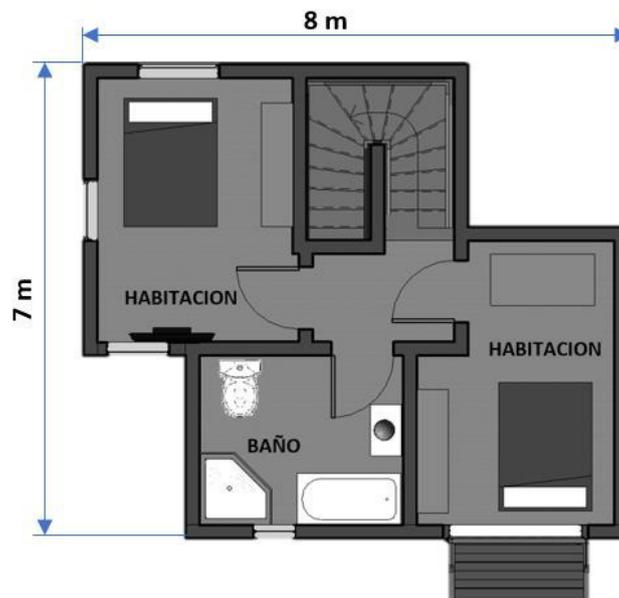


Figura 44: Distribución referencial, Primera planta,
Fuente: Propia

Para el cálculo de las secciones de los cables a instalarse alrededor de la vivienda, se ha usado la ecuación 1, en la cual se ha considerado longitudes aproximadas de los cables desde los puntos de distribución hasta los puntos de conexión terminales donde estarán instalados los electrodomésticos y donde se requiera puntos de carga de batería y además una caída máxima de tensión del 3%.

Los resultados del cálculo de la sección del cable dependiendo de la longitud del tramo instalado se resumen a continuación en la tabla 31:

Tramo	Voltaje [V]	Caída de tensión [V]	Corriente [A]	Longitud [m]	Sección DC [mm ²]	AWG DC
Paneles - Regulador	12	0.36	13.5	15	20.1	4
Regulador - Baterías	12	0.36	52.96	8	42.0	1
Regulador - Cuadro de control y maniobra (CCM)	12	0.36	52.96	6	31.5	2

Tabla 31: Secciones de cable por tramos para 12 V

Fuente: Propia

La tabla 32 muestra los resultados del anterior análisis para cada tipo de consumo, evaluándolo a diferentes niveles de tensión:

Tramo	Tipo 1 12 V	Tipo 2 48 V	Tipo 3 110 V	Tipo 4 240 V
Paneles - Regulador	13.4	16.8	5.9	2.3
Regulador - Baterías	37.5	13.1	5.5	1.3
Regulador - Cuadro de control y maniobra (CCM)	28.1	9.8	4.1	1.0

Tabla 32: Secciones de cable (mm²) por tramos para diferentes voltajes

Fuente: Propia

A continuación, en la tabla 33 se ha estimado ciertos parámetros relacionados a cada uno de los equipos instalados dentro de una vivienda referencial. Se puede observar que, al tratarse de corriente continua, las secciones del cable varían de acuerdo con el nivel de tensión con el que opere determinado equipo. Dependiendo de la sección transversal del cable, se ha definido el calibre del mismo de acuerdo con la numeración estandarizada según la American Wire Gauge (AWG). En el Anexo C se incluyen algunos de los cables necesarios dentro de la instalación eléctrica.

Item	Equipo	Voltaje [V]	Potencia [W]	Caída de tensión [V]	Corriente [A]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	AWG
1	Despertador	12	10	0.36	0.83	15	1.24	14
2	Iluminarias	12	11	0.36	0.92	15	1.36	14
3	Laptop	20	90	0.6	4.50	15	4.02	10
4	Cargador teléfono móvil	5	12	0.15	2.40	15	8.57	6
5	Cocina de inducción	240	7200	7.2	30.00	12	1.79	14
6	Cacerola	12	165	0.36	13.75	12	16.37	4
7	Refrigeradora	24	128	0.72	5.33	12	3.17	10
8	Cafetera	12	156	0.36	13.00	12	15.48	4
9	Aire acondicionado	48	500	1.44	10.42	12	3.10	12
10	TV DC	12	12	0.36	1.00	10	0.99	14
11	Microondas DC	12	660	0.36	55.00	12	65.48	00
12	Microondas modificado de AC a DC	110	1000	3.3	9.09	12	1.18	14
13	Horno DC	12	800	0.36	66.67	12	79.37	000
14	Horno modificado de AC a DC	110	1500	3.3	13.64	12	1.77	14
15	Aspiradora	12	120	0.36	10.00	10	9.92	6
16	Lavavajilla modificada de AC a DC	110	1080	3.3	9.82	12	1.28	14
17	Lavadora modificada de AC a DC	110	1200	3.3	10.91	12	1.42	14
18	Calentador modificado de AC a DC	240	1500	7.2	6.25	15	0.47	14
19	Plancha DC	12	150	0.36	12.50	15	18.60	4
20	Plancha modificada de AC a DC	110	1500	3.3	13.64	15	2.21	12

Tabla 33: Secciones de cable, para equipos DC

Fuente: Propia

En la tabla 34 se analiza la funcionalidad del cableado de cada uno de los equipos, cuando se los somete a diferentes niveles de tensión. En color verde se muestra los voltajes con los cuales determinado equipo podría funcionar sin sobredimensionar las secciones de cable requeridas; mientras que, con color rojo se muestra las condiciones de voltaje que para determinados equipos no son favorables. Por otro lado, en color amarillo se tiene los equipos que requieren una sección considerable de cable conductor, pero que se los puede encontrar comercialmente en la actualidad.

Item	Equipo	Tipo 1 12 V	Tipo 2 48 V	Tipo 3 110 V	Tipo 4 240 V
1	Despertador	1.24	0.08	0.01	0.003
2	Iluminarias	1.36	0.09	0.02	0.003
3	Laptop	11.16	0.70	0.13	0.03
4	Cargador teléfono móvil	1.49	0.09	0.02	0.004
5	Cocina de inducción	714.29	44.64	8.50	1.79
6	Cacerola	16.37	1.02	0.19	0.04
7	Refrigeradora	12.70	0.79	0.15	0.03
8	Cafetera	15.48	0.97	0.18	0.04
9	Aire acondicionado	49.60	3.10	0.59	0.12
10	TV DC	0.99	0.06	0.01	0.002
11	Microondas DC	65.48	4.09	0.78	0.16
12	Microondas modificado de AC a DC	99.21	6.20	1.18	0.25
13	Horno DC	79.37	4.96	0.94	0.20
14	Horno modificado de AC a DC	148.81	9.30	1.77	0.37
15	Aspiradora	9.92	0.62	0.12	0.02
16	Lavavajilla modificada de AC a DC	107.14	6.70	1.28	0.27
17	Lavadora modificada de AC a DC	119.05	7.44	1.42	0.30
18	Calentador modificado de AC a DC	186.01	11.63	2.21	0.47
19	Plancha DC	18.60	1.16	0.22	0.05
20	Plancha modificada de AC a DC	186.01	11.63	2.21	0.47

Tabla 34: Funcionabilidad de equipos según el nivel de tensión

Fuente: Propia

3.3.7 Protecciones eléctricas

Dentro de instalaciones eléctricas existen tres tipos de protecciones que necesariamente deben ser consideradas para evitar cualquier tipo de eventualidad. Algunas de estas protecciones tienen como finalidad el resguardo de la instalación y de los equipos; mientras que, otro tipo de protección busca prevenir posibles riesgos hacia la integridad física de las personas que interactúan con el sistema. A continuación, se muestran estos tipos de protecciones:

- Contra sobrecorrientes
- Contra sobretensiones
- Contra electrocución

Las protecciones sobre contra corrientes tienen como objetivo actuar ante la presencia de una intensidad de corriente más alta que el valor nominal de diseño de la instalación. Los dispositivos más utilizados son los fusibles y los interruptores magnetotérmicos.

Por otra parte, las protecciones contra sobretensiones buscan minimizar el daño en el sistema a causa de un fenómeno atmosférico manifestado en forma de rayo, el mismo que puede impactar directamente sobre la instalación o cerca de la misma provocando afectaciones en su integridad funcional.

A continuación, la figura 45 muestra un esquema de una instalación fotovoltaica en la cual se muestra la interconexión de sus componentes; así como, los puntos de instalación de las protecciones eléctricas necesarias para garantizar la seguridad de la instalación.

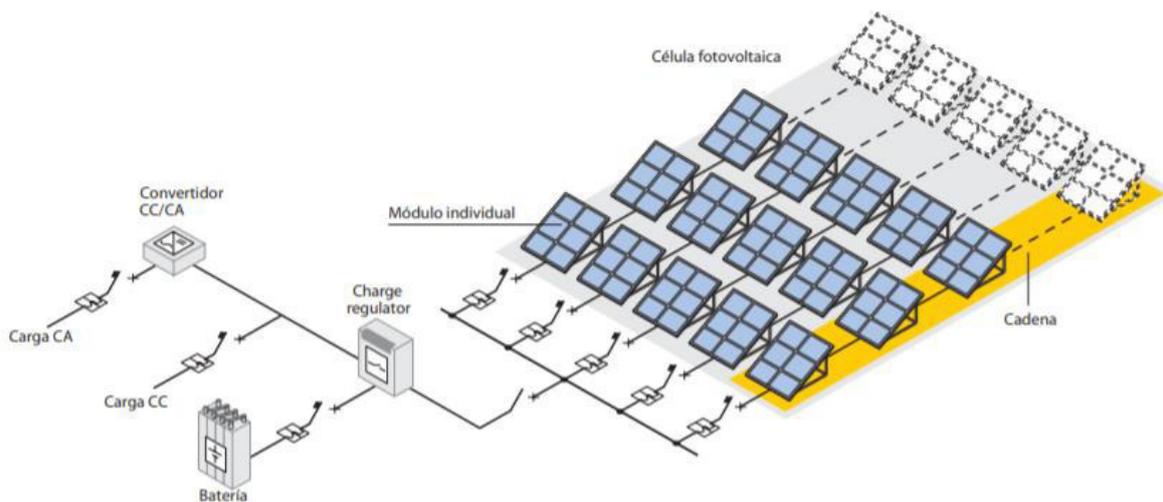


Figura 45: Esquema de una planta fotovoltaica, componentes y protecciones⁹

3.3.8 Terminales de conexión

Dentro de la instalación eléctrica, es importante considerar el tipo de terminal de conexión que muchas veces deberá ir fijado en las paredes de la vivienda. Estos accesorios generalmente son toma corrientes e interruptores.

En concordancia con los equipos DC analizados y de modo que su conexión hacia las tomas de energía sea fácil y rápida se ha seleccionado accesorios que brindan la adaptabilidad que los equipos requieren.

Estos accesorios son capaces de proveer los niveles de tensión y corriente que cada uno de los equipos necesita y además como medida de prevención, brindan la posibilidad de verificar si el nivel de voltaje es el adecuado.

De acuerdo con las especificaciones técnicas de estos accesorios, tomados de la web de un fabricante [20], estos están diseñados para operar con bajos niveles de voltaje en corriente continua. Generalmente, el modelo con el número de parte 81144BL puede operar con distintos niveles de

⁹ https://library.e.abb.com/public/d38937d3831ed6d3c125791a003a43d9/1TXA007104G0701_CT5_.pdf

tensión e intensidad de corriente que son: 20A a 12 VDC, 10A a 24 VDC en las conexiones tipo enchufe y en las conexiones USB 5V con una intensidad de corriente de 2.5 A.



Figura 46: Accesorio Dual USB/Enchufe 81144BL
Fuente: Narva

Por otro lado, el modelo que incluye el medidor de voltaje, Narva 81181BL, además de operar dentro de los mismos parámetros que el anterior accesorio, tiene la posibilidad de ser alimentado con un nivel de tensión dentro del rango de 6 a 33 VDC y mostrar este valor en la pantalla LED.



Figura 47: Accesorio Dual USB/Enchufe y 12/24 VDC Voltímetro LED 81181BL
Fuente: Narva

Adicionalmente hace falta especificar el tipo de boquilla que se adapte al tipo de conexión que tendrán las luminarias LED, con la finalidad de garantizar un rápido y fácil acoplamiento. A continuación, se muestra uno de estos productos comercializado.



Figura 48: Enchufe para bulbos LED GU10
Fuente: ELECTRON

3.3.9 Sistema fotovoltaico para vehículo eléctrico

Para el dimensionamiento conceptual del sistema fotovoltaico se ha considerado la demanda energética de un vehículo eléctrico comercializado en el país, cuyo paquete de baterías interno tiene una capacidad de carga de 75 Ah y una demanda energética de 30 kWh para una autonomía de 200 kilómetros dentro de la ciudad.

Este dimensionamiento tiene como finalidad estimar de una manera referencial las posibles cantidades de equipos a utilizar dentro de un proyecto de este tipo. La distancia entre los extremos de la isla es de alrededor de 42 km, de acuerdo a información recogida por la herramienta Google Maps [21] y mostrada en la figura 49.



Figura 49: Distancia referencial dentro de la Isla Santa Cruz

Fuente: Google Maps

Suponiendo que sea necesario el desplazamiento diario de extremo a extremo en la isla Santa Cruz, la distancia a ser recorrida es de alrededor de 84 kilómetros por día, de esta manera se cuantificará la energía mínima que se debe generar para brindarle al vehículo la autonomía necesaria para su uso cotidiano.

De acuerdo a las especificaciones del fabricante se tiene que el vehículo recorre 6.7 kilómetros consumiendo 1 kWh de energía eléctrica. De tal manera que para cubrir la distancia máxima entre los extremos de la isla se requiere de la siguiente cantidad de energía:

$$L_{mDC} = \frac{D}{R} * f \quad (13)$$

De donde:

- L_{mDC} : carga media en DC [kWh]

- D: distancia recorrida [Km]
- R: rendimiento del vehículo [Km/kWh]
- f: factor de sobredimensionamiento

$$L_{mDC} = \frac{84}{6.7} * 1.2 = 15 kWh$$

Considerando un factor de sobredimensionamiento de 1.2 para cubrir posibles imprevistos, se tiene un consumo energético de 15 kWh que el generador fotovoltaico deberá producir diariamente.

3.3.9.1 Generador fotovoltaico

Los módulos solares se los ha considerado con las mismas características que aquellos utilizados para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para una vivienda.

- Potencia máxima: 310 Wp
- Tensión máxima potencia: 36.6 V
- Corriente máxima potencia: 8.47 A
- Tensión de circuito abierto: 45.1 V
- Corriente en cortocircuito: 9.02 A
- Eficiencia del módulo: 16%

A continuación, se muestra el proceso de cálculo para este sistema. Donde, reemplazando valores en la ecuación 4, tenemos que:

$$E_{dm} = \frac{15000}{0.8} = 18750 Wh$$

Mientras que la potencia mínima del generador,

$$PMG = \frac{1000 * 18750}{4378 * 0.6} = 7138 W$$

Una vez calculada la potencia mínima para el generador, es necesario cuantificar la cantidad de módulos requeridos para satisfacer la potencia requerida.

Entonces:

$$N_T = \frac{7138}{310} = 23.03 \approx 24 \text{ módulos fotovoltaicos}$$

Con el número de módulos obtenido se calcula la potencia total que el generador fotovoltaico producirá.

$$PMG = P_M * N_T = 310 * 24 = 7.44 kW$$

Finalmente, se ha definido el número de mínimo de módulos que se deben conectar en serie y en paralelo de acuerdo a las ecuaciones 6 y 7:

$$N_S = \frac{48}{36.6} = 1.3 \rightarrow 2 \text{ módulos fotovoltaicos conectados en serie}$$

$$N_p = \frac{24}{2} = 12 \text{ módulos conectados en paralelo}$$

En resumen, la cantidad de paneles requerida es de aproximadamente 24 módulos; lo que genera una potencia de 7.44 kW.

3.3.9.2 Batería

Por otro lado, se deberá garantizar que la energía requerida para la carga del vehículo esté disponible las 24 horas del día, por lo que es necesario la instalación de baterías.

La estimación de la cantidad de baterías requeridas se lo hará de manera similar al método utilizado para una vivienda. Por un lado, se analizará la capacidad diaria y por otro lado la capacidad estacional; tal y como se muestra a continuación:

$$C_{Bd} = \frac{18750}{0.25 * 48} = 1562.5 \text{ Ah}$$

$$C_{Be} = \frac{18750 * 3}{0.7 * 48} = 1674.1 \text{ Ah}$$

De acuerdo con lo mencionado antes la capacidad del sistema de almacenamiento será $C_B = 1674.1$ Ah; Por lo tanto, una de las alternativas es utilizar bancos de baterías montadas en serie y paralelo que en la actualidad son paquetizadas a partir de vasos estacionarios de 2 V tal y como se lo mencionó anteriormente. De esta manera se puede tomar como referencia el modelo TUDOR ENERSOL-T 48V 890Ah compuesto por 24 vasos, con lo cual será necesaria la instalación de 2 de estos paquetes montados en paralelo para alcanzar la capacidad requerida de corriente. La información de los dispositivos sugeridos se lo puede consultar en el Anexo C.

3.3.9.3 Regulador de carga

Al igual que en la instalación de una vivienda, el sistema fotovoltaico para alimentar un vehículo eléctrico también requiere de un controlador de carga que gestione el estado de carga de las baterías con la finalidad de preservar su vida útil; así como, proteger la integridad del sistema.

Para el dimensionamiento del controlador de carga se ha de considerar el valor más alto entre la intensidad de entrada y salida del dispositivo:

$$I_{SC,G} = 2 * 9.02 = 18.04 \text{ A}$$

$$I_e = 1.25 * 18.04 = 22.55 \text{ A}$$

Considerando que la única carga que alimentará el generador es la del vehículo; es decir, alrededor de 6 kW, entonces:

$$I_s = 1.25 * \left(\frac{6000}{48} \right) = 156.3 \text{ A}$$

El dimensionamiento del regulador de carga se lo recomienda hacer en base a la mayor de las intensidades que circularan por este dispositivo. Por lo tanto, se ha establecido el uso de 2 dispositivos de 80 Amperios, con el fin de que faciliten la regulación de la carga generada.

3.3.9.4 Tipo de cargador, Convertidor DC/DC e Inversor DC/AC

De acuerdo con el catálogo del fabricante del vehículo, el tipo de cargador utilizado cumple con el estándar; SAE J1772, para carga con corriente alterna, y CHAdeMO; para carga rápida mediante corriente directa. Para estos tipos de conectores se ha especificado los niveles de tensión y potencia requerida en la tabla 15. De esta manera, será necesario que el sistema incorpore un convertidor DC/DC o un inversor de carga DC/AC con la finalidad de satisfacer los parámetros de carga exigidos por los tipos de cargadores del vehículo. Cabe mencionar que, en la actualidad se dispone comercialmente de inversores cargadores que cumplen la función de regular la carga desde y hacia las baterías y además transforman la corriente de salida a una corriente de tipo sinusoidal.

En resumen, con la cuantificación realizada es evidente que el número de paneles solares y baterías conllevará una fuerte inversión y además hará necesaria una considerable área donde instalar estos equipos. En este caso, dado los resultados obtenidos; el uso de un vehículo eléctrico en la región será más viable en viviendas que tengan interacción con la red pública, es decir, que puedan hacer uso de la energía proveniente de la red para la recarga de las baterías del auto; mientras que, el sistema fotovoltaico abastezca los requerimientos energéticos de los equipos y electrodomésticos dentro del hogar.

3.3.10 Inversor

En sistemas fotovoltaicos comúnmente se considera la instalación de un inversor de carga, como se muestra en la figura 50, que tiene como finalidad transformar el tipo de onda recibida desde los paneles solares en una onda sinusoidal de similares características que la proveniente de la red eléctrica pública.

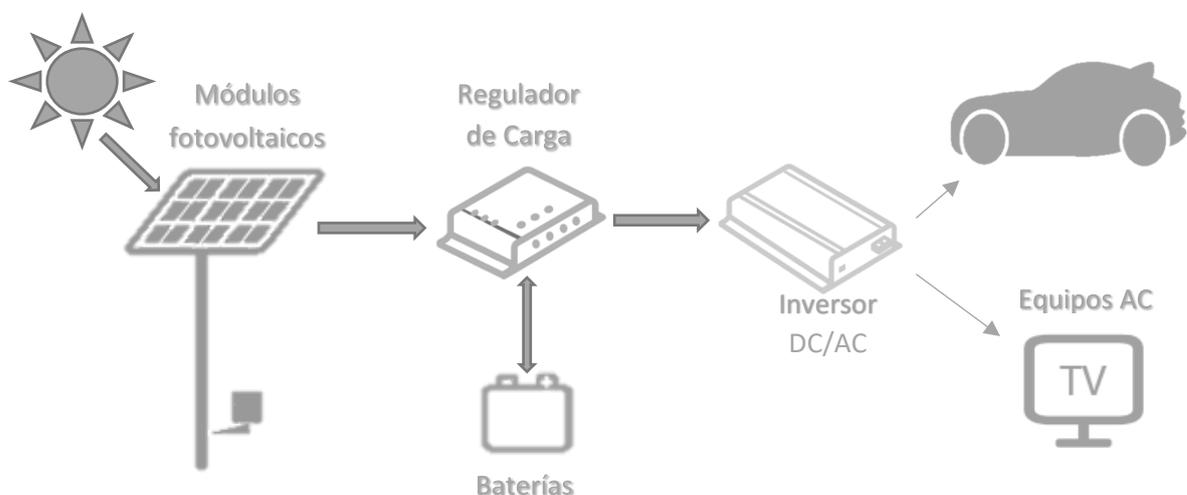


Figura 50: Sistema fotovoltaico con inversor de carga

Fuente: Propia

Como se ha analizado en apartados anteriores, existen diferentes escenarios con características particulares para los cuales se podría requerir la instalación de uno de estos dispositivos en el caso de que se considere como no viable la conversión de los electrodomésticos de AC a DC. Dentro de este contexto, existen equipos dentro de la vivienda que normalmente requieren de corriente alterna con un nivel de voltaje de 110 o 220 V.

Adicionalmente, para la recarga de las baterías de un vehículo eléctrico, de acuerdo con lo expuesto en el apartado 2.6 y la tabla 15, los niveles de tensión y potencia requeridos para la carga de un vehículo dentro de una vivienda, dependiendo del tipo de cargador, son de alrededor de 240 V AC y 19.2 kW respectivamente.

Mientras que, para estaciones de carga rápida, que suministran corriente continua, los requerimientos de tensión están el rango de 200 a 500 VDC con una potencia de 200 kW.

Por lo antes expuesto; a continuación, se analizará las características con las que deberá contar un inversor que satisfaga los requerimientos de cada uno de los escenarios donde se considere que su uso es necesario.

La potencia requerida por un inversor es igual a:

$$P_{Inv} = P_{AC} \cdot F_f \quad (14)$$

De donde:

- P_{Inv} : potencia del inversor [kW]
- P_{AC} : potencia requerida por las cargas AC [kW]
- F_f : Factor de simultaneidad

Consumo	P_{AC} [kW]	Factor de simultaneidad F_f	Potencia inversor [kW]
Tipo 3 110 V	3.8	0.9	3.4
Tipo 4 240 V	8.7	0.9	7.8
Vehículo eléctrico	8.7	0.9	7.8

Tabla 35: Potencia de inversores de corriente requerida

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla 35, para el tipo de consumo 3 en el que se ha considerado varios equipos alimentados con corriente alterna con un nivel de tensión de 110 V, la potencia requerida por el inversor es de alrededor de 6.1 kW. Mientras que, para el tipo de consumo 4 en el que se consideran cargas alimentadas con AC a un nivel de tensión 240 Voltios, el inversor seleccionado deberá tener una potencia de alrededor 7.8 kW. Además, para la instalación de un sistema fotovoltaico que alimente las baterías de un vehículo eléctrico coincidentalmente requiere de un dispositivo con una potencia de alrededor 7.8 kW. El Anexo C incluye las especificaciones de inversores de corriente que satisfacen los requerimientos establecidos.

3.4 Bombeo de agua

Considerando que el presente proyecto está enfocado a una instalación en una vivienda aislada, se ha visto la necesidad de incluir el dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua que permita disponer de este líquido vital. Para el dimensionamiento del generador fotovoltaico es necesario conocer la potencia que se le debe suministrar al motor de la bomba, para ello se recomienda el uso de la siguiente ecuación [16]:

$$HP = 3.66 \times 10^{-6} \frac{LPD \cdot h}{PT \cdot PTF \cdot \eta} \quad (15)$$

De donde:

- HP: Caballos de potencia de la bomba.
- LPD: litros de agua por día.
- h: altura efectiva [m].
- PT: tiempo de bombeo [h].
- PTF: Factor de tiempo de bombeo.
- n: eficiencia combinada motor-bomba.

De acuerdo con un estudio del Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos [22], dentro de la isla Santa Cruz los acuíferos subterráneos se encuentran a una profundidad de 10 metros en las zonas bajas y de 80 a 160 metros de altura en las zonas altas.

Teniendo en cuenta que el agua bombeada se destinará para la generación de agua caliente sanitaria y agua para uso doméstico e higiene; se ha estimado la cantidad del líquido requerida. Adicionalmente se analizará la posibilidad de bombear agua para irrigación de cultivos. La tabla 36 muestra la cantidad de agua requerida.

Requerimiento	Agua Caliente sanitaria	Agua uso doméstico	Agua para irrigación
Litros por día	100	60	4000
Autonomía de 3 días	300	180	
Total [litros]	480		4480

Tabla 36: Demanda de agua por servicio

Fuente: Propia

En el apartado 3.1 se determinó el mes con menor irradiación solar el cual será tomado como el peor escenario para el bombeo de agua, de este modo se considera que el número de horas de funcionamiento del sistema será de 4.4 horas. Además, el factor del tiempo de bombeo se lo considerara igual a 1 para sistemas acoplados directamente al generador fotovoltaico y con una eficiencia del conjunto motor-bomba de 25%.

Reemplazando estos datos en la ecuación 15 y evaluándola para distintas profundidades del acuífero, se tiene que:

$$HP = 3.66 \times 10^{-6} \frac{480 * 10}{4.4 * 1 * .25} = 0.02 \text{ hp}$$

A continuación, en la tabla 37 se resumen los resultados para diferentes condiciones:

Servicio	10 metros		80 metros		160 metros	
	HP	W	HP	W	HP	W
ACS + Agua uso doméstico	0.02	14.9	0.2	119.1	0.3	238.3
Agua para irrigación	0.19	139.0	1.5	1112.0	3.0	2224.0

Tabla 37: Potencia en función de la profundidad de bombeo

Fuente: Propia

Para una altura media de perforación de 80 metros se analiza la corriente requerida evaluando diferentes niveles de tensión. Sin embargo, de acuerdo con la NFPA [6], para motores DC de pequeñas potencias la corriente máxima de bloqueo se considerará como seis veces la corriente a plena carga; es así que para el bombeo de ACS y agua de uso doméstico una bomba de 1/4 HP referencialmente deberá soportar 66 amperios. Por otro lado, para proveer de agua para irrigación se requerirá de una bomba de 1.5 HP para la cual se recomienda no exceder una corriente máxima de 13.2 A con una tensión de 120 V.

Servicio	Potencia		Corriente a distintos niveles de tensión			
	HP	W	12 V	24 V	48 V	110 V
ACS + Agua uso doméstico	0.16	119	10.9	5.5	2.7	1.2
Agua para irrigación	1.49	1112	101.9	51.0	25.5	11.1

Tabla 38: Funcionabilidad del bombeo de agua de acuerdo al nivel de tensión

Fuente: Propia

En base a los resultados obtenidos en la tabla 38, un sistema fotovoltaico de 12 V garantiza el bombeo de agua requerida para los servicios de ACS y agua de uso doméstico; sin embargo, si se desea bombear agua para irrigación de cultivos el nivel de tensión mínimo del sistema fotovoltaico debe ser de al menos 110 V. El Anexo D incluye equipos que se satisfacen los requerimientos establecidos.

Considerando las mismas características de los módulos fotovoltaicos seleccionados en apartados anteriores, para cubrir la potencia requerida para el bombeo de ACS y agua para uso doméstico se necesita de la instalación de 1 módulo solar, ya que según lo especifica el catálogo de fabricante, este dispositivo produce 310 W. Sin embargo, para cubrir la potencia demandada por un sistema que considera la instalación de un sistema de bombeo para agua de irrigación se requiere de al menos 4 módulos solares conectados en serie para poder cubrir la potencia necesaria con el nivel de tensión demandado.

3.5 Dimensionamiento de calentador solar

Para un análisis referencial de las características que deberá considerar el sistema de producción de agua caliente sanitaria, se establecerá la demanda de energía que el colector solar debe transferir al volumen de agua que se requiere en la instalación, además del área necesaria con la que debe contar el calentador.

La demanda volumétrica del agua caliente mensual estará en relación con el número de personas que habitan la vivienda y del consumo de cada persona. Un valor normal medio del consumo de agua caliente sanitaria por persona es de 30 a 40 litros [9].

$$V = N_d N_p V_p \quad (16)$$

De donde:

- V = Demanda de agua caliente [l/mes]
- N_d = Número de días
- N_p = Número de personas
- V_p = Consumo por persona [l/persona]

$$V = 30 * 3 * 40 = 3600 \text{ litros/mes}$$

Para la determinación de la demanda energética que requerirán estos 3.6 m³ de agua al mes se parte de la siguiente ecuación:

$$D = V \rho C_p (T_w - T_m) \quad (17)$$

En donde se tiene que:

- D = Energía requerida
- V = Demanda de agua caliente
- ρ = Densidad [kg/m³]
- C_p = Calor específico del agua [kJ/kg °C]
- T_w = Temperatura del agua a distribuir
- T_m = Temperatura de agua de la red

Considerando un sistema directo en el que se calentara agua potable, las propiedades del fluido como la densidad y calor específico son conocidas. Adicionalmente, se asumirá que la temperatura del agua es de 18 °C y que se la requiere calentar hasta los 60 °C, de esta manera tenemos que la demanda energética mensual es de:

$$D = 3.6 * 1000 * \frac{4.18}{3600} (60 - 18) = 175.6 \text{ kWh}$$

Con el fin de estimar el área mínima necesaria que deberá tener el calentador solar, se evaluará la irradiación solar mínima que se dispone en la región, lo cual ocurre durante los meses de junio y julio en los que se tiene un valor de 4484.8 y 4378.3 Wh/m² por día respectivamente.

$$A_c = \frac{D_d}{\eta_s H_{opt}} \quad (18)$$

Para una adecuada estimación del área del colector se considerará el rendimiento total de la instalación, en el cual estará implícita la eficiencia del colector, así como la eficiencia térmica y pérdidas que pueden existir en la tubería y el tanque de almacenamiento.

$$A_c = \frac{175.6/30}{0.6 * 4.38} = 2.22 \text{ m}^2$$

Con el área efectiva calculada, se seleccionará de los catálogos de fabricantes el equipo que se ajuste a las necesidades de la instalación. Ver Anexo D

3.6 Requerimientos del personal

De acuerdo con NFPA [6], toda instalación de sistemas fotovoltaicos debe ser realizados por personal calificado, el cual deberá contar con habilidades y conocimiento sobre la construcción y operación de equipos eléctricos e instalaciones eléctricas, además de haber recibido capacitación sobre seguridad para evitar los peligros involucrados.

Según la normativa relacionada con el tema, el personal calificado debe estar familiarizado con el uso adecuado de técnicas especiales de prevención, materiales de protección, herramientas de aislamiento y equipos de prueba. Además, para que este personal sea permitido de trabajar hasta los límites permitidos debe contar con un entrenamiento adicional tal y como se describe a continuación

1. Técnicas y habilidades para distinguir conductores eléctricos electrificados expuestos.
2. Técnicas y habilidades para determinar el voltaje nominal de conductores electrificados expuestos.
3. Distancias de seguridad aproximadas correspondientes al voltaje al cual el personal va a estar expuesto.
4. Criterio para la toma de decisiones para realizar las siguientes tareas:
 - Realizar el trabajo planificado de una manera segura.
 - Identificar riesgos eléctricos.
 - Evaluar el riesgo asociado.
 - Seleccionar el apropiado método de control de riesgos, incluyendo el equipo de protección personal.

Adicionalmente, el personal deberá ser capaz de seleccionar los instrumentos de prueba adecuados y conocer sobre cómo utilizarlos para la verificación de ausencia de voltaje y así mismo saber interpretar las limitaciones de cada uno de los instrumentos.

3.7 Análisis de resultados

A continuación, se muestra un resumen de los resultados encontrados en cuanto a la disponibilidad comercial y la funcionalidad de algunos equipos operando en distintos niveles de voltaje.

- Sistema fotovoltaico a 12 V: comercialmente se ha encontrado diversos electrodomésticos que pueden equipar una vivienda aislada, brindando el mínimo confort requerido, pero siendo capaces de proveer los servicios básicos necesarios.
- Sistema fotovoltaico a 48 V: este tipo de sistema además de brindar la posibilidad del uso de todo el equipamiento básico del sistema de 12 V, incorpora la ventaja del uso de sistemas de aire acondicionado, computador portátil, refrigeradora y en teoría presenta la factibilidad del uso de equipos AC modificados a DC como: calentadores eléctricos y hornos eléctricos.
- Sistema fotovoltaico a 110 V: con sistemas de este nivel de tensión es posible la utilización de equipos AC modificados para funcionamiento con alimentación DC como: lavadoras de ropa, lavavajillas, cocinas de inducción y microondas.
- Sistema fotovoltaico a 240 V: este tipo de sistema cubre los requerimientos de los sistemas anteriores, pero tiene como ventaja la posibilidad de operar con niveles de amperaje relativamente bajos.

Adicionalmente se puede observar que la cantidad de módulos solares requeridos para la instalación de sistemas fotovoltaicos con una gran capacidad de generación demanda de un considerable espacio, cuya disponibilidad deberá ser evaluada durante el diseño y la implementación de un proyecto de este tipo.

Para garantizar la viabilidad del uso de energía fotovoltaica para la recarga de vehículos eléctricos se requiere de una gran cantidad de componentes como: módulos, baterías y reguladores de carga; que garanticen la generación de la potencia necesaria para recargar un vehículo y poder proveer al mismo la autonomía necesaria. Dada la cantidad y el costo de equipos requeridos; así como la gran superficie necesaria para la instalación de dichos equipos; la implementación de un vehículo eléctrico para una vivienda aislada resulta ser una opción costosa y poco factible.

Como se lo ha mencionado reiteradamente, el uso de equipos térmicos como: cocinas de inducción, hornos eléctricos y calentadores de agua; debido a su alto consumo energético carecen de viabilidad dentro de sistemas fotovoltaicos por lo que se deberá buscar posibles alternativas para solventar estas necesidades.

A continuación, la figura 51 resume la factibilidad del uso de determinados equipos a diferentes niveles de voltaje.

Item	Equipo	12V		48V		110V		240V	
		Disponibilidad Comercial	Tensión Factible						
1	Despertador	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Iluminarias	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Laptop	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Cargador teléfono móvil	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Cocina de inducción	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
6	Cacerola	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Refrigeradora	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	Cafetera	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	Aire acondicionado	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	TV DC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	Microondas DC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	Microondas modificado de AC a DC	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓
13	Horno DC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	Horno modificado de AC a DC	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓
15	Aspiradora	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	Lavavajilla modificada de AC a DC	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓
17	Lavadora modificada de AC a DC	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓
18	Calentador modificado de AC a DC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
19	Plancha DC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	Plancha modificada de AC a DC	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓

Figura 51: Disponibilidad y factibilidad de uso de equipos de acuerdo al nivel de tensión del sistema fotovoltaico

Fuente: Propia

4 EVALUACION ECONOMICA

4.1 Componentes del sistema fotovoltaico

Dentro de la evaluación económica se considera el precio de los componentes del sistema fotovoltaico para la implementación de cada uno de los escenarios correspondientes a los tipos de consumos energéticos caracterizados en los apartados anteriores. De esta manera, se ha tabulado el precio referencial correspondiente a las cantidades de equipos necesarios para la generación de energía. Se ha tomado costos referenciales de catálogos de fabricantes, así como de trabajos de fin de grado [23].

4.1.1 Escenario 1: Sistema a 12 V

A continuación, en este escenario se detalla el costo referencial de los componentes requeridos para la instalación en la que se ha considerado un suministro de energía con un voltaje de 12 V.

Consumo Tipo 1				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	4	160.0 €	640.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	5	260.0 €	1,300.0 €
3	Regulador: Must, MPPT 60A; PC1800F	4	270.0 €	1,080.0 €
4	Cuadro de control y maniobra	1	600.0 €	600.0 €
5	Convertidor: DC/DC; Melcher; 12-5 V; HP3020-9RG	6	16.0 €	96.0 €
Total				3,716.0 €

Tabla 39: Precio referencial de componentes, escenario 1

Fuente: Propia

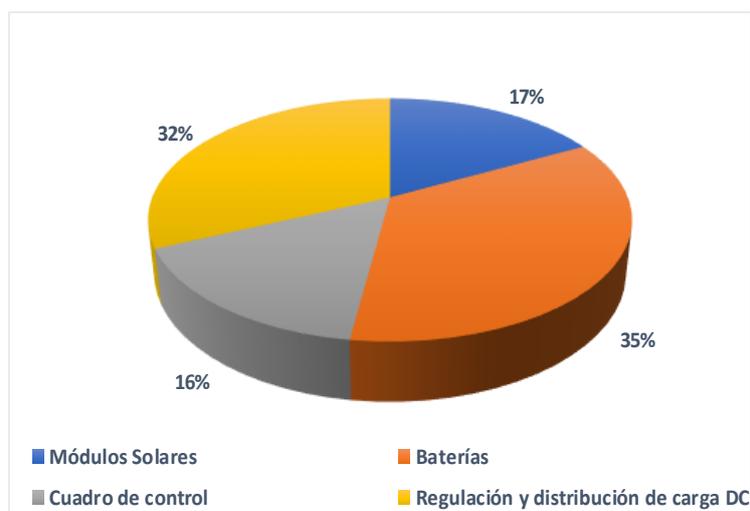


Figura 52: Influencia de los componentes en el costo total

Fuente: Propia

4.1.2 Escenario 2: Sistema a 48 V

A continuación, en este escenario se detalla el costo referencial de los componentes requeridos para la instalación en la que se ha considerado un suministro de energía con un voltaje de 48 V.

Consumo Tipo 2				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	10	160.0 €	1,600.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	12	260.0 €	3,120.0 €
3	Regulador: Victron; MPPT 150V/85A	1	710.0 €	710.0 €
4	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
5	Convertidor: DC/DC; XPPOWER; 48-5 V; ICH5048S05	6	11.0 €	66.0 €
6	Convertidor: DC/DC; XPPOWER; 48-12 V; ICH5048S12	8	17.0 €	136.0 €
7	Convertidor: DC/DC; XPPOWER; 48-24 V; ICH5048S24	1	72.0 €	72.0 €
Total				6,604.0 €

Tabla 40: Precio referencial de componentes, escenario 2
Fuente: Propia

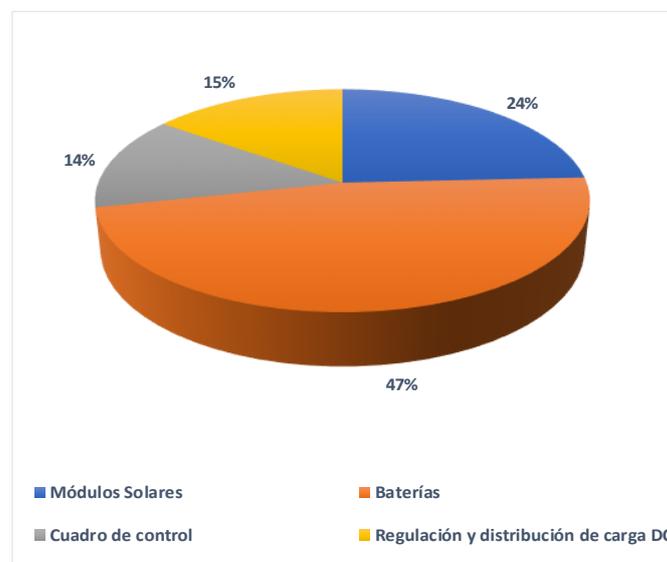


Figura 53: Influencia de los componentes en el costo total
Fuente: Propia

4.1.3 Escenario 3: Sistema a 110 V

La tabla 41 muestra el escenario que detalla el costo referencial de los componentes requeridos para la instalación en la que se ha considerado un suministro de energía con un voltaje de 110 V.

Consumo Tipo 3				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	16	160.0 €	2,560.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	20	260.0 €	5,200.0 €
3	Regulador: Victron; MPPT 250V/85A	1	860.0 €	860.0 €
4	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
5	Convertidor: DC/DC; Mean Well; 110-48 V; SD-500H-48	1	260.0 €	260.0 €
6	Convertidor: DC/DC; Cosel; 110-24 V; DHS200A24	1	205.0 €	205.0 €
7	Convertidor: DC/DC; Cosel; 110-12 V; DHS100A12	8	38.0 €	304.0 €
8	Convertidor: DC/DC; Cosel; 110-12 V; DHS100A05	6	36.0 €	216.0 €
Total				10,505.0 €

Tabla 41: Precio referencial de componentes, escenario 3

Fuente: Propia

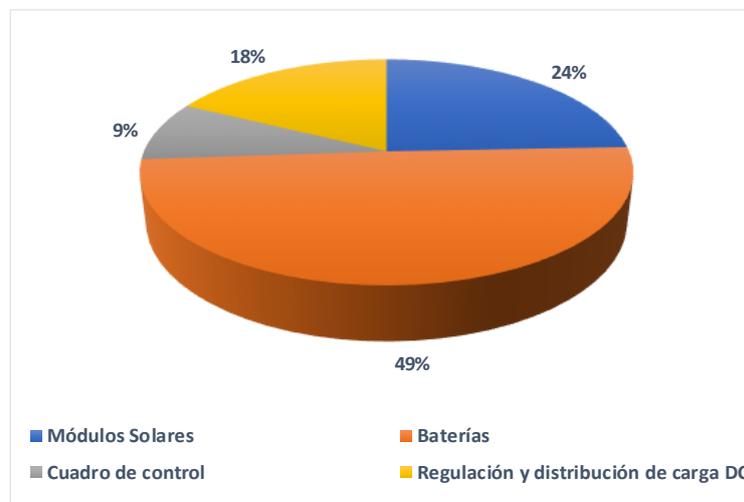


Figura 54: Influencia de los componentes en el costo total

Fuente: Propia

4.1.4 Escenario 4: Sistema a 240 V

En este escenario se detalla el costo referencial de los componentes requeridos para la instalación en la que se ha considerado un suministro de energía con un voltaje de 240 V.

Consumo Tipo 4				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	49	160.0 €	7,840.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	60	260.0 €	15,600.0 €
3	Regulador: Scheinder XW; MPPT 600V/80A	2	1,000.0 €	2,000.0 €
4	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
5	Convertidor: DC/DC; Traco Power; 240-110 V; TSC 2657	1	400.0 €	400.0 €
6	Convertidor: DC/DC; Cosel; 240-48 V; DHS250B48	1	250.0 €	250.0 €
7	Convertidor: DC/DC; Cosel; 240-24 V; DHS250B24	1	170.0 €	170.0 €
8	Convertidor: DC/DC; Cosel; 240-12 V; DHS250B12	8	123.0 €	984.0 €
9	Convertidor: DC/DC; Cosel; 240-5 V; DHS250B05	6	120.0 €	720.0 €
Total				28,864.0 €

Tabla 42: Precio referencial de componentes, escenario 4
Fuente: Propia

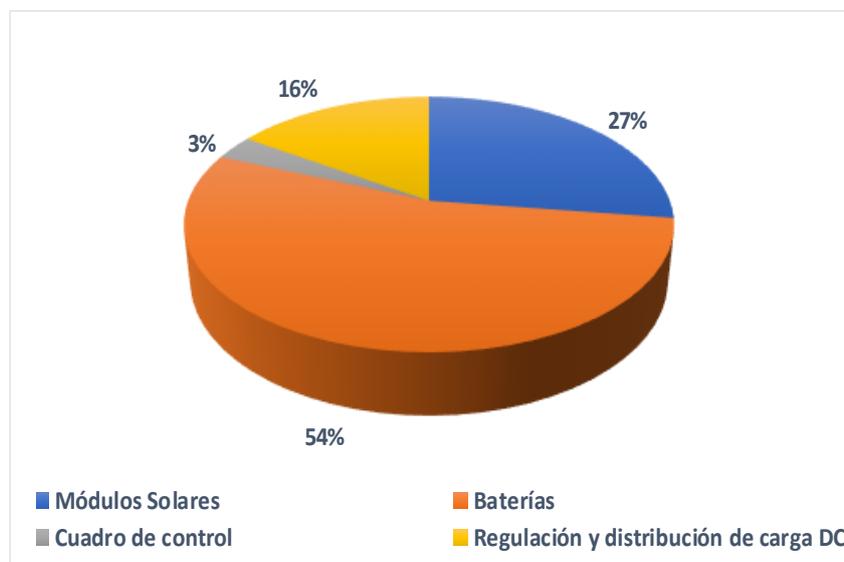


Figura 55: Influencia de los componentes en el costo total
Fuente: Propia

Los costos analizados en los anteriores escenarios consideran únicamente los componentes del sistema fotovoltaico; adicionalmente se deberá tomar en cuenta el costo de instalación y mano de obra, mantenimiento y costos indirectos.

En resumen, como se puede observar en la figura 56 a continuación, el precio de los equipos necesarios para la generación de energía con niveles de tensión de 110 y 240 V es significativamente más altos que los equipos requeridos para una instalación con una generación a un nivel de voltaje igual o menor a 48 Voltios.

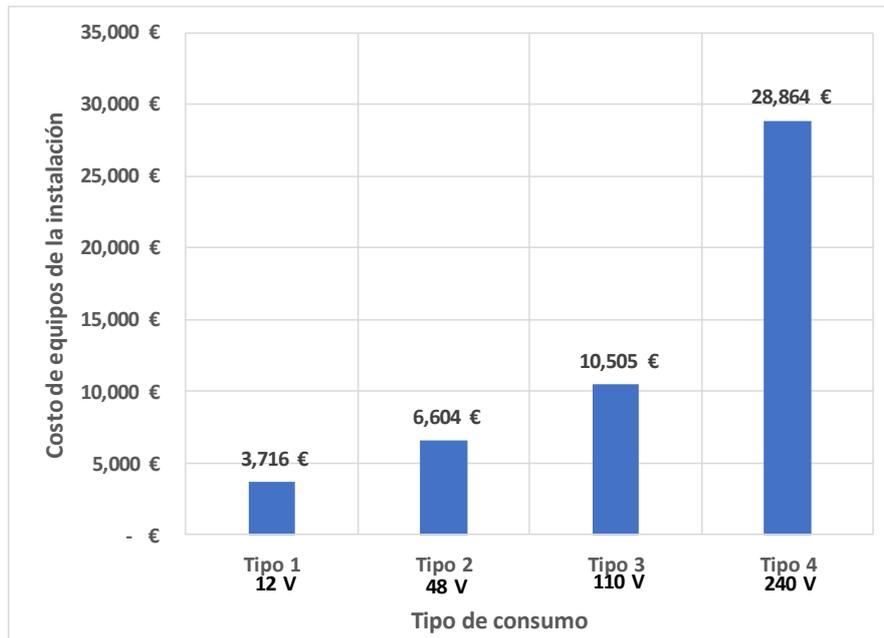


Figura 56: Costo referencial de los equipos según el nivel de tensión a instalar

Fuente: Propia

4.2 Equipos para la vivienda

A continuación, se muestran los precios referenciales de equipos comercializados para su funcionamiento con distintos niveles de tensión. Cabe mencionar que se ha incluido el precio referencial de equipos que operan con corriente alterna con un nivel de voltaje igual o superior a 110 V¹⁰; sin embargo, no se ha considerado el costo de las modificaciones necesarias para que puedan operar con corriente continua, este costo adicional se lo deberá fijar en una posterior fase de análisis cuando se estudie los cambios que se debe realizar dentro de la electrónica de cada uno de los equipos que equiparan una vivienda.

¹⁰ <https://www.comandato.com/electrodomesticos>

Item	Descripción	Precio	
		Equipos DC	Equipos AC
1	Iluminarias	€ 8.0	€ 3.5
2	Cacerola	€ 34.0	€ 30.4
3	Cafetera	€ 87.0	€ 23.5
4	Televisor	€ 150.0	€ 287.0
5	Microondas	€ 335.0	€ 82.6
6	Aspiradora	€ 149.0	€ 104.3
7	Plancha	€ 35.0	€ 40.9
8	Horno eléctrico	€ 45.0	€ 39.1
1	Refrigeradora	€ 1,100.0	€ 591.3
2	Aire acondicionado	€ 1,900.0	€ 478.3
Total		€ 3,843.0	€ 1,680.9

Tabla 43: Precio referencial de equipos

Fuente: Propia

Los precios mostrados en la tabla 43 dependerán del fabricante, potencia y calidad con la que se desee equipar la vivienda. Como referencia se ha tomado equipos con requerimiento de potencia baja y de calidad media de acuerdo con lo mencionado en apartados anteriores.

Adicionalmente, la tabla 44 incluye el precio referencial de electrodomésticos que requieren de un voltaje de alimentación de alrededor de 110 V de corriente alterna, para los cuales se deberá plantear ciertas modificaciones con la finalidad de que operen con DC. Cabe recalcar que, el uso de estos equipos en una vivienda aislada es opcional.

Equipos 110 V		
Item	Descripción	Precio
3	Lavavajilla AC	€ 600.00
4	Lavadora AC	€ 500.00
Total		€ 1,100.00

Tabla 44: Precio referencial de equipos

Fuente: Propia

Finalmente, en la tabla 45 se muestran los valores referenciales de equipos que requieren de un voltaje de alimentación de alrededor de 240 V, así como el precio referencial de equipos alternativos como son: cocinas que incluye horno a gas y calentador de agua caliente sanitaria solar.

Item	Descripción	Precio	
		Equipos 240 V	Equipos Alternativos
1	Cocina	€ 240.0	€ 134.8
2	Calentador ACS	€ 180.0	€ 608.7
Total		€ 420.0	€ 743.5

Tabla 45: Precio referencial de equipos

Fuente: Propia

4.3 Instalación DC vs AC

De manera complementaria se ha incluido un apartado en el cual se ha evaluado el costo que supone la implementación de un sistema fotovoltaico. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos es definir un sistema adecuado que satisfaga de la mejor manera los requerimientos de confort de los habitantes, se ha considerado que el escenario 3 abarca la mayoría de necesidades energéticas. Dicho escenario inicialmente se ha diseñado para la generación de energía a 110 V DC aproximadamente. Se ha planteado analizar las siguientes variantes al diseño en mención:

- **110V DC:** Sistema base, Sistema de generación y almacenamiento de carga a aproximadamente 110 V. Existe la capacidad de alimentar equipos de 5V, 12V, 24V y 48V; en teoría se plantea la alimentación de equipos que operan a 110V de tensión, previa su adaptación tecnológica.
- **Compuesta AC/DC:** Es un sistema de generación y almacenamiento a 48V DC, que por un lado alimentará cargas DC que operan a 5V, 12V, 24V y; por otra parte, considera el uso de inversores para la generación de electricidad a 110V AC para la alimentación a equipos de considerable potencia.
- **Compuesta Optimizada:** Su principal diferencia con la anterior, es la omisión de equipos de alto requerimiento de potencia, es así que simplemente se considerará para la alimentación a 110 V AC un microondas y una lavadora.
- **110V AC:** Es un sistema de generación y almacenamiento a 48 VDC que considera la inversión de corriente a 110V AC, dicha carga estará destinada a electrodomésticos que en su totalidad operan a 110V AC como fuente de alimentación.
- **110V AC Optimizada:** La diferencia con la anterior, es la omisión de equipos de alto requerimiento de potencia y equipos de los cuales se puede prescindir en una instalación sin que afecten en gran manera el confort ni las necesidades básicas de un hogar. Entre los equipos principales omitidos se encuentran lavavajillas, lavadoras, planchas.

A continuación, las tablas 46 y 47 resumen el costo de las instalaciones evaluando los componentes de cada variante.

110V AC				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	22	160.0 €	3,520.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	28	260.0 €	7,280.0 €
3	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
4	Inversor Regulador: Victron: Quattro; 48/5000-100/120 V	2	2,400.0 €	4,800.0 €
Total				16,500.0 €

Tabla 46: Costo referencial de los componentes según el sistema
Fuente: Propia

Compuesta AC/DC				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	16	160.0 €	2,560.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	20	260.0 €	5,200.0 €
3	Regulador: Must, MPPT 60A; PC1800F	1	900.0 €	900.0 €
4	Cuadro de control y maniobra	3	270.0 €	810.0 €
5	Inversor Regulador: Victron: Phoenix; 48/3000	2	1,200.0 €	2,400.0 €
6	Convertidor: DC/DC; XPPOWER; 48-5 V; ICH5048S05	6	11.0 €	66.0 €
7	Convertidor: DC/DC; XPPOWER; 48-12 V; ICH5048S12	8	17.0 €	136.0 €
8	Convertidor: DC/DC; XPPOWER; 48-24 V; ICH5048S24	1	72.0 €	72.0 €
Total				12,144.0 €
Compuesta Optimizada				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	12	160.0 €	1,920.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	16	260.0 €	4,160.0 €
3	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
4	Regulador: Must, MPPT 60A; PC1800F	2	270.0 €	540.0 €
5	Inversor Regulador: Victron: Phoenix; 48/3000	1	1,200.0 €	1,200.0 €
Total				8,720.0 €
110V AC Optimizada				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	14	160.0 €	2,240.0 €
2	Baterías: Trojan; 12V; J185P	20	260.0 €	5,200.0 €
3	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
4	Regulador: Must, MPPT 60A; PC1800F	2	270.0 €	540.0 €
5	Inversor Regulador: Victron: Phoenix; 48/3000	1	1,200.0 €	1,200.0 €
Total				10,080.0 €

Tabla 47: Costo referencial de los componentes según el sistema

Fuente: Propia

Como se puede observar en las figuras 57 y 58, el utilizar una instalación que genere 110 V AC es una alternativa relativamente costosa comparada con las otras opciones. Los procesos de optimización del uso de equipos dependerán de la decisión de los habitantes de la vivienda, los cuales resolverán el nivel de confort que requieran. Los cálculos para la cuantificación de los componentes del sistema fotovoltaico se los ha realizado de acuerdo al método utilizado en el apartado 3. Dichos resultados se los adjunta en el Anexo E.

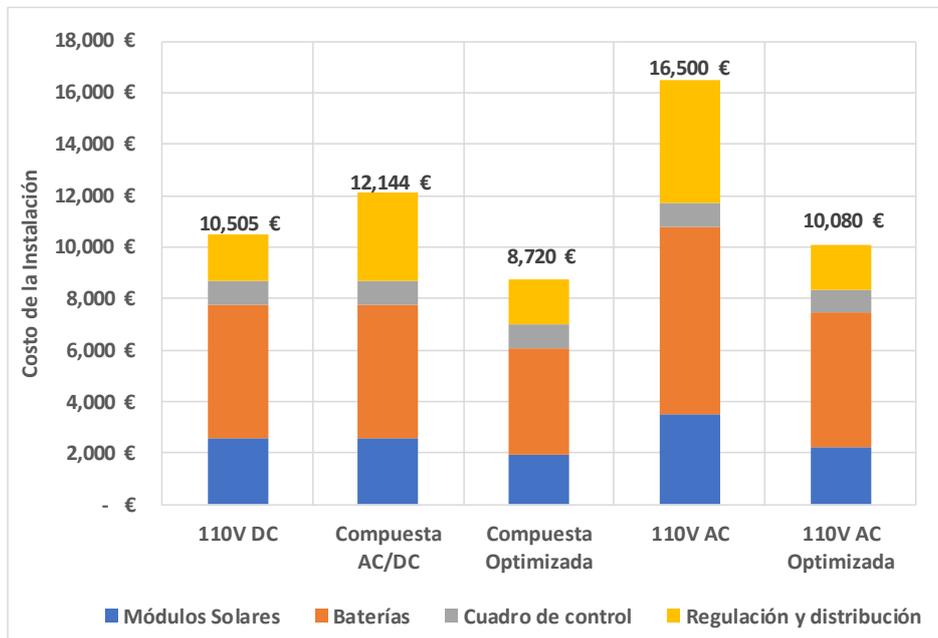


Figura 57: Influencia de los componentes en el costo final
Fuente: Propia

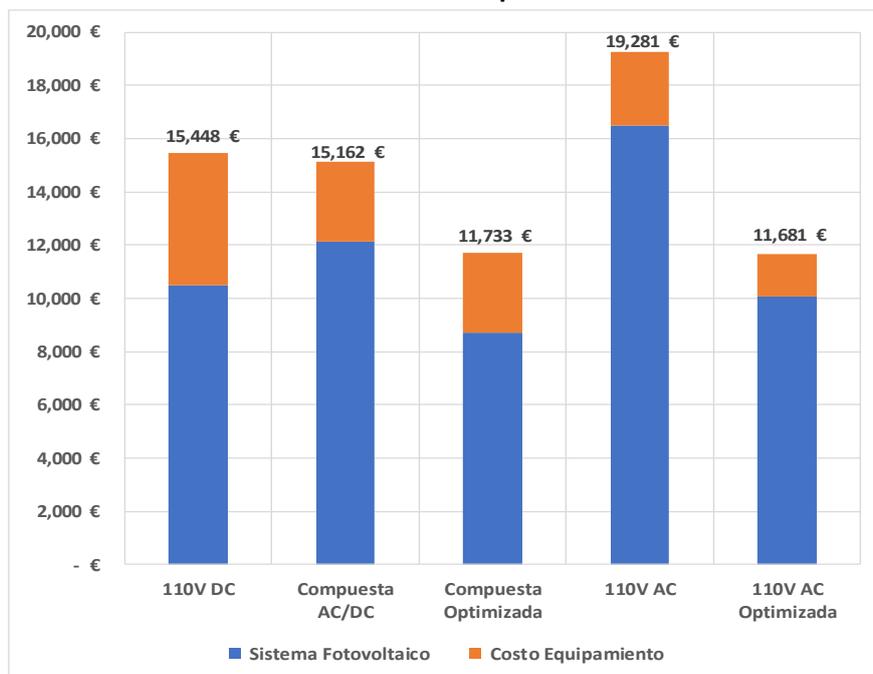


Figura 58: Instalación DC vs AC
Fuente: Propia

4.4 Instalación para carga de vehículo eléctrico

De acuerdo con las especificaciones de este tipo de vehículos, se requiere de al menos 240 V en corriente alterna para la recarga de un vehículo en un tiempo cercano a las 8 horas. En el caso de que se desee la utilización de corriente continua para una recarga rápida, se necesitará un sistema fotovoltaico capaz de producir y almacenar la energía a un nivel de tensión en el rango de 200 a 480 V DC, lo cual encarecerá aún más este tipo de instalaciones. Sin embargo, se ha estimado el costo referencial del sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda energética que implica una recarga en un periodo largo.

A continuación, la tabla 48 muestra el costo referencial que podría tener una instalación fotovoltaica destinada para la recarga de un vehículo eléctrico.

Vehículo				
Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Módulo solar: Atersa; 330 W; A-310P GSE	24	160.0 €	3,840.0 €
2	Baterías: TUDOR ENERSOL-T 48V 890Ah	2	5,400.0 €	10,800.0 €
3	Cuadro de control y maniobra	1	900.0 €	900.0 €
5	Inversor Regulador: Victron: Quattro; 48/5000-100/120 V	2	2,400.0 €	4,800.0 €
Total				20,340.0 €

Tabla 48: Costo referencial de los componentes

Fuente: Propia

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de todo el análisis realizado sobre la implementación de corriente continua en una vivienda aislada de la red, se puede concluir que:

- El archipiélago de las islas Galápagos debido a su ubicación privilegiada sobre la línea ecuatorial, dispone de una considerable cantidad de irradiación solar a lo largo de todo el año, lo cual hace factible la instalación de sistemas fotovoltaicos que satisfagan la demanda energética de equipos y electrodomésticos necesarios para garantizar el confort dentro de una vivienda familiar.
- La estimación del consumo energético de una vivienda familiar característica de la región con una ocupación de tres habitantes y equipada con electrodomésticos que pueden ser alimentados con corriente continua, para sistemas de generación fotovoltaica con niveles de voltaje menor o iguales a 110 V es más bajo que el indicador de kWh/habitante por año reportado por la Agencia de regulación y control de electricidad para esta provincia, cuyo valor es de 1558 kWh/habitante. Sin embargo, para sistemas en los que se utilice equipos que requieran una alimentación con niveles de tensión de 240 V el valor del consumo energético por habitante por año es muy superior al reportado por la ARCONEL.
- Debido al creciente desarrollo de las energías renovables y en especial la energía fotovoltaica, en la actualidad es posible encontrar todo tipo de equipos que pueden ser alimentados con corriente continua proveniente de paneles fotovoltaicos, pero esta disponibilidad se reduce a pocos fabricantes dispersos por todo el mundo y cuyo desarrollo ha estado enfocado en la producción de equipos portátiles de baja potencia para el equipamiento de casas rodantes, tráileres y que se podrían adaptar al régimen de utilización en una vivienda con pocos ocupantes como la que se ha considerado en el presente proyecto.
- Los equipos alimentados mediante AC cuya electrónica es demasiado compleja; por ejemplo: televisores y equipos de sonido, tienen un amplio desarrollo tecnológico basado en la alimentación de energía proveniente de la red eléctrica por lo que sería muy poco factible modificar su circuito eléctrico interno con la finalidad de convertirlo a otro tipo de fuente de alimentación como corriente directa. En el caso de que se desee intervenir en la electrónica de estos electrodomésticos, es necesario realizar un análisis exhaustivo de cada uno de sus componentes, lo cual deberá ser llevado a cabo y corroborado mediante pruebas en un laboratorio de modo que se pueda garantizar la integridad del equipo; así como su adecuado funcionamiento.
- Por otro lado, el uso de equipos térmicos como son: hornos, cocinas o calentadores eléctricos es muy poco viable, ya que presentan limitaciones dentro del ámbito energético como económico. De esta manera se concluye que para un sistema aislado de la red eléctrica es más factible el uso de gas licuado de petróleo para cubrir la demanda energética de los equipos de cocina; mientras que, para la generación de agua caliente sanitaria la alternativa más viable es el aprovechamiento del potencial solar de la región.
- Para la implementación de este proyecto en una vivienda existente, las modificaciones más considerables se las deberá realizar a nivel de instalación eléctrica, especialmente con el

rediseño del cableado interior y de los puntos de conexión que se adapten a los niveles de tensión y corriente adecuado para cada punto de consumo. A nivel estructural se deberá garantizar el suficiente espacio para la instalación de los componentes del sistema fotovoltaico, de modo que se pueda obtener el más alto rendimiento del mismo evitando la generación de sombreamientos de las viviendas y naturaleza circundante.

- Después de analizar diferentes escenarios de consumos y la generación eléctrica a diferentes niveles de tensión, se puede pensar que en una vivienda se puede cubrir la mayor parte de sus necesidades y requerimientos de confort con la instalación de un sistema fotovoltaico a 120 VDC que cubra la mayor parte de equipos que operan con niveles bajos de tensión y así también brinda la posibilidad de utilizar equipos que comúnmente son alimentados con un nivel de 110 V de corriente alterna, siempre y cuando se realicen las respectivas adecuaciones eléctricas para su óptimo funcionamiento. Sin embargo, la factibilidad del uso de este tipo de sistema depende de su complementación con sistemas convencionales para la preparación de alimentos como es el uso de cocinas y hornos a gas y de sistemas de solares para la producción de agua caliente sanitaria.
- Existe la posibilidad de optimización de un sistema de generación, esto dependerá de la omisión de ciertos electrodomésticos opcionales y del grado de confort deseado dentro de la vivienda; así como del presupuesto disponible para su implementación.

Para trabajos futuros se recomienda la investigación acerca de la electrónica de cada uno de los equipos eléctricos a utilizarse en una vivienda. Esto con la finalidad de proponer modificaciones específicas dentro de cada componente de su circuito, lo cual permitiría desarrollar un nuevo circuito electrónico al que se lo pueda alimentar directamente con corriente continua; eliminando el uso de transformadores, rectificadores e inversores internos de cada equipo. Sin embargo, se recomienda que dicho estudio se lo realice de manera práctica con la finalidad de evaluar experimentalmente todas las modificaciones propuestas para garantizar un correcto funcionamiento.

6 REFERENCIAS

- [1] Plan Nacional de Eficiencia Energetica del Ecuador, «Ministerio de Electricida y Energia Renovable,» 2017. [En línea]. Available: Ministerio de Electricida y Energia Renovable. [Último acceso: 30 09 18].
- [2] Agencia de Regulacion y Control de Electricidad, «Estadistica anual y multianual del sector electrico ecuatoriano,» <http://www.regulacionelectricita.gob.ec/biblioteca/>, 2016.
- [3] Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, «Vicepresidencia de la República,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/biblioteca/>. [Último acceso: 03 10 2018].
- [4] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, «Ecuador en cifras,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda-galapagos/>. [Último acceso: 15 09 2018].
- [5] M. A. Abella, Sistemas fotovoltaicos - Introduccion al diseno y dimensionamiento de instalaciones solares fotovoltaicas, Madrid: SAPT Publicaciones Tecnicas, S.L., 2005.
- [6] National Fire Protection Association, NFPA, National Electrical Code, Quincy-Massachusetts: NFPA, 2017.
- [7] O. Ayan y B. E. Turkay, «Comparison of lighting technologies in residential area for energy conservation,» de *International Conference on Sustainable and Renewable Energy Engineering* , Hiroshima, Japan, 2017.
- [8] S. Andersson y J. Hagejård, «Chalmers University of Technology,» 2016. [En línea]. Available: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/240663/240663.pdf>. [Último acceso: 02 11 18].
- [9] S. A. Kalogirou, Solar Energy Engineering - Processes and Systems, Kidlington, Oxford: Academic Press, 2014.
- [10] S. R. Wenham, M. A. Green, M. E. Watt y R. Corkish, Applied Photovoltaics, Sterling USA: Earthscan, 2007.
- [11] J. P. Munoz Vizhnay, M. V. Rojas Mocayo y C. R. Barreto Calle, «Incentivo a la generacion distribuida en el Ecuador,» *INGENIUS Revista de ciencia y tecnologia* , nº 19, pp. 60-68, 2017.

- [12] G. R. Chandra Mouli, P. Venugopal y P. Bauer, «Future of electric vehicle charging,» de *International Symposium on Power Electronics (Ee)*, Novi Sad, Serbia, 2017.
- [13] Solar Gis, «Weather data and software for solar power investments,» 2018. [En línea]. Available: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/ecuador>. [Último acceso: 15 10 2018].
- [14] European Commission, «Photovoltaic Geographical Information System,» 22 09 2017. [En línea]. Available: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#SA. [Último acceso: 02 10 2018].
- [15] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning, ASHRAE Fundamentals, 2017.
- [16] R. A. Messenger y J. Ventre, *Photovoltaics Systems Engineering*, Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, 2004.
- [17] F. Sick y T. Erge, *Photovoltaics in buildings*, London: James & James (Science Publishers) Ltd, 2003.
- [18] D. Walteneus, «Dynamic Power Management in Wireless Sensor Networks: State of the art,» *IEEE SENSORS JOURNAL*, vol. 12, nº 5, pp. 1518-1528, 2012.
- [19] M. Pareja Aparicio, *Energía solar fotovoltaica*, Barcelona: Marcombo, 2010.
- [20] BROWN & WATSON INTERNATIONAL PTY LTD 2019, «NARVA The Vision to go further,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.narva.com.au/>. [Último acceso: 05 01 2019].
- [21] Google Maps, «Google maps,» [En línea]. Available: <https://www.google.com/maps/dir/-0.746873,-90.313626/-0.487599,-90.2802772/@-0.6178482,-90.5906135,11.01z/data=!4m2!4m1!3e0>. [Último acceso: 15 11 2018].
- [22] Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, «Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos,» 2015. [En línea]. Available: http://www.gobiernogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LINK-3.1Proyecto-H%C3%ADdrico-Planificaci%C3%B3n_-VS81.pdf. [Último acceso: 15 11 2018].
- [23] S. Molla Calabuig, «Universidad Politecnica de Valencia,» 2015. [En línea]. Available: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54700/48604766Q_TFG_14416220389362095117643547835358.pdf?sequence=2. [Último acceso: 02 12 2018].



ANEXOS

ANEXO A

Catálogos de equipos



470L / 16.6 cu. ft.

SOLAR POWERED DC FRIDGE

UGP-470L1



OWNER'S GUIDE
serial number:

DC POWER CONNECTION continued

ATTENTION

If a longer connection cable is necessary, the cable cross section (or gauge) must be equal to or greater than the cable sizes recommended on the following table. Be careful that the input voltage at the appliance does not drop below the cut-out voltage of the compressor.

CABLE SIZE		24V CABLE LENGTH	
AREA	AWG		
mm ² /inch	Gauge	m	ft
4 / ⁵ / ₃₂ "	12	2.5	8
6 / ¹⁵ / ₆₄ "	10	5	16
10 / ²⁵ / ₃₄ "	8	8	26 (Max length/run)

LOW VOLTAGE DISCONNECT

The compressor electronics includes a low voltage disconnect feature. If the input voltage to the appliance falls below 22.8V the compressor will shut-off. Once the voltage increases above 24.2V the compressor will resume normal operation.

This feature is designed to protect the system battery from experiencing too low a depth of discharge.

	24 V OPERATION
SHUT-OFF	22.8 V
RESTART	24.2 V

TECHNICAL SPECIFICATIONS

MODEL	UGP-470L1
SIZE	total: 16.6 cu/ft, 470 litres
OPERATION	24V
DIMENSIONS (unboxed)	H 74.8" x W 30.5" x D 28.5" H 190 cm x W 77.5 cm x D 72.4 cm
WEIGHT	205 lbs./93 kg
DC POWER	24V
TOTAL WATT HR. DRAW (24 DC)	865 Wh/24hrs (set to -14°C freezer/+4°C fridge performance in a +25°C ambient)
TOTAL AMP HR. DRAW (24V DC)	28 Ah/24hrs (set to -14°C freezer/+4°C fridge performance in a +25°C ambient)
POWER CONSUMPTION	128 W on 24V
AV. RUN CURRENT	6.2A on 24V
FRIDGE TEMP. RANGE	-2°C to +20°C
FREEZER TEMP. RANGE	-25°C to +20°C

UNIQUE®

© 2017 Unique Gas Products Ltd., 2245 Wycroft Road, Oakville, Ontario, Canada,
L6L 5L7
www.uniqueoffgrid.com

Anexo A-2: Televisor DC



POWER LINE TV 240

Solar Powered Television
Energy Efficient Entertainment

Fosera proudly presents its new 24" POWER LINE TV. This solar powered TV consumes only 12W and is designed with inputs to accommodate modern entertainment, such as a USB port for flash memory sticks to watch your favorite shows and movies. It is the perfect product extension for our LSHS solar home system.

Power	
Supply voltage	12 V +/- 3 V
Power consumption	12 W
Standby consumption	0.15 W
Output speakers	2 x 3 W
Screen	
Size	23.6"
Ratio	16:09
Resolution	1366x768
Screen Brightness	80 cd/m ²

Fosera POWER LINE TV 240	
Signals	
Inputs	DC in, RF in, HDMI, USB, VGA, AV, Earphone out, Audio in, YPbPr
Input Impedance	75 Ω
Analog	
Receiving range	48.25 MHz – 863.25 MHz
Video system	PAL / SECAM / NTSC
Digital	
Receiving range	VHF (174 MHz - 230 MHz) UHF (474 MHz - 862 MHz)
Bandwidth	6 MHz / 7 MHz / 8 MHz
Modulation	DVB-T: COFDM 2K/8K QPSK, 16QAM, 64QAM DVB-T2: QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM DVB-C: 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM
Video system	MPEG 2 MP@HL, MPEG-2, MP@HL, H.264
Sound system	MPEG-1 layer 1/2, AAC, HE-AAC
USB	Video: .avi, MP4, MKV, MPG, RM, TS, FLV Music: .mp3 / .WMA / .WAV / .AAC Picture: .jpg / .JPEG / .PNG / .BMP
HDMI & Component	480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p
Basic Functions	EPG, Subtitle, LCN, Teletext (Europe)
Miscellaneous	
Accessories	Remote control, 2x AAA battery, cable for Fosera POWER LINE, User Manual
TV dimension (WxHxD)	55.4x36.4x14.8cm
TV weight	
Box dimension (WxHxD)	60.5x10x38.5cm
Box weight	



www.fosera.com
rev00

Fosera GmbH & Co. KGaA
Beim Muehlbach 3
89171 Illerkirchberg
Germany
info@fosera.com



The Power Hunt WaveBox[®]

The world's first portable 12 volt DC microwave oven
with
removable cooler and exclusive Dual-Power capability

Model No. PNP-410/PNP-411



Features

- Lightweight, compact and completely portable
- 12 volt DC powered (PNP-410)
- Dual AC/DC powered (PNP-411)
- Built to withstand daily portability
- Removable cooler system
- Heavy duty handle system
- Removable plug-in AC cord system
- LED display

Specifications

(See product specification label on rear panel)

AC Voltage: 110~120V (230-240V Europe)

DC Voltage: 12V

Input Current: 110V AC: 2.75~3A

Input Current 12V DC: 55A

Output Power 110V AC (240V AC Europe): 425W

Output Power 12V DC: 425W

Weight: 16.5lbs (7.5 kgs)

Anexo A-4: Secadora de cabello DC



Home / RPSC-818 Road Pro 12 VDC Portable Hair Dryer and Defroster



[Overview](#)

[Reviews](#)

[Contact Us](#)

Discontinued. Features

- **168 Watt** - draws 14 Amps @ 12 volts
- **Plugs directly into any 12 volt power supply, ideal for today's busy lifestyle**
- **Powerful Internal Fan** - provides strong, even airflow for quick drying or localized defrosting
- **Lightweight** - easy to handle and maneuver
- **Folding Handle** - portable and easy to store when not using
- **Extra Long Cord 8 Foot Cord** - easy to use in car, boat or RV
- **Compact Design** - Allows for easy storage and quick access in any vehicle
- **Rotating Air Outlet Vent** - directs airflow precisely where you need it
- **Convenient Hanging Loop** - for easy storage
- **Weight** - 1 lb
- **Dimensions**
 - **Barrel** - 4.25" Length, 2.25" Diameter
 - **Handle** - 3.75" Long X 1.25" Wide
- **Manufacturer's Warranty** - 90 days

Anexo A-5: Aire acondicionado DC

DC48

Solar/DC Air Conditioner

12,000 BTU 48V DC Heat Pump
 VRF Dynamic Capacity Compressor
 100% DC - No Inverter

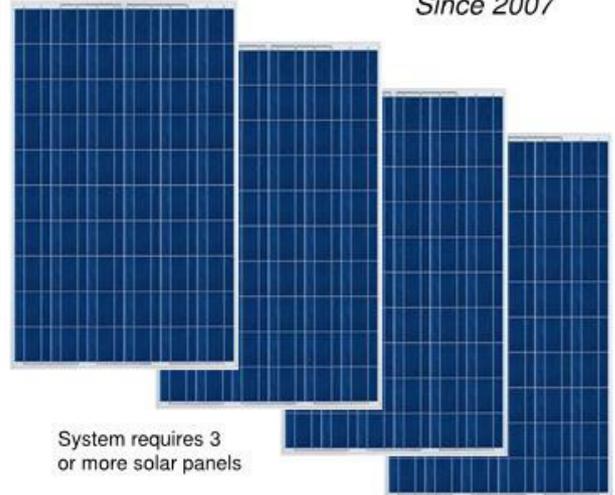


Specialty HVAC
 Manufacturing
 Since 2007



Wall Mount Indoor Unit (IDU)

The DC48 is designed from the ground up to operate on DC power. There is no AC power used inside or needed externally to operate the unit. DC power is connected to the outdoor unit. The indoor unit receives DC power from the outdoor unit.



System requires 3 or more solar panels

- **48v Solar/Battery Power**
- **12,000 BTU Heat Pump**
- **Cool or Heat up to 700 ft²**
- **Eligible For US Tax Credits**
- **Variable Capacity**
- **Anti-Corrosion Technology**
- **Eco-Friendly R410a Refrigerant**
- **Washable Filters**
- **Digital Wireless Remote**
- **Quiet Indoor Unit**
 (As Low As 26dB)



User Friendly Remote
 w/ sleep mode, timer,
 & follow-me
 (C or F)

Complete Kits
 48v DC Air Conditioner
 3, 6 or 9 x 300w PV Panels
 PV Mounting Hardware
 Charge Controller
 Deep Cycle Batteries
 Refrigerant Line-set
 *Customer Supplied Wiring

PV Solar Panels & Batteries needed For System Operation @ Typical Conditions*						
Hours Per Day Solar Operation		9	15	20	24	*Assumes 5 hours of insolation & properly sized for the space. AH has been doubled to extend battery life.
PV Solar Panels	300w	3	6	9	12	
6v Golf Cart Batteries	225 AH	0	8	16	16	
12v deep Cycle	130 AH	4	0	0	0	



ODU (Outdoor Unit)

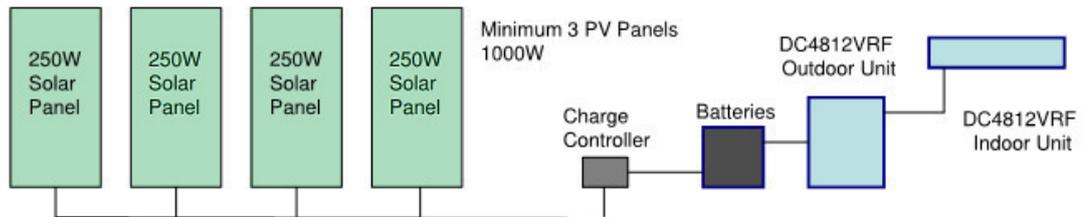
Variable Refrigerant Flow & Capacity means that the air conditioner is always the right size for the conditions and is never wasting power.

This unit uses utilizes SeaSpray™ anti-corrosion technology including hermetically sealed compressor, sealed circuit boards, and silica-nanotech condenser and evaporator protection.

A product of HotSpot Energy, a trusted name in specialty air conditioning manufacturing and renewable energy.

*Images are representative only. Products are under a continuous improvement process and specifications may change without notice.

Powered By Batteries & Solar Panels



Using technology similar to SEER 27 air conditioners, the DC24 compressor runs on DC power at various frequencies and refrigerant flow depending on cooling load. The all-DC solar air conditioner uses DC power directly without needing an inverter or other AC power source. Due to solar voltage fluctuations the unit cannot connect directly to solar panels and must have a stable source of power such as batteries.

Depending on conditions, the entry-level setup can operate up to 10 hours per day using 4 x 250w panels. A configuration of 6 panels can provide up to 15 hours of daily operation, with 8 panels yielding up to 20 hours. A 10 panel configuration can handle up to 24 hours per day operation. Batteries and charge controller must be sized appropriately. See our website for calculation information at www.hotspotenergy.com/DC-air-conditioner/ or call us for pre-sales technical support.

DC48 DC Solar AC Specifications

Power DC	48 VDC	DC Power Input (Max.)	20 Amps
Power DC Range	46-58 VDC	Low Voltage Disconnect	46V
Max Cooling Capacity	12000 Btu/h	Operating Range (cooling/heating)	20F-122F/5F-90F
Max Power Input, Cooling	980W	Outdoor Noise Level	50 db
Normal Power Consumption, Cooling	< 500W	Outdoor Fan Motor	Panasonic BLDC
Cooling COP	5.66	Outdoor Fan Input	35W DC
Cooling EER	19.30	Outdoor Air Flow	1295 CFM
Max Heating Capacity	12624 Btu/h	Outdoor Unit Dimension (W*D*H)	30.4" x 10.2" x 21"
Max Power Input, Heating	1050W	Compressor	GMCC Toshiba
Normal Power Consumption, Heating	722	Refrigerant	R410A / 38 oz.
Heating COP	3.69	Pre-charged For Line Set L	25 Ft.
HSPF	9.6	Max. Lineset Length /Elevation	72 ft. / 16 ft.
Indoor Fan Motor	Panasonic BLDC	Moisture Removal	.25 G/h
Indoor Fan Input	30W DC	Digital Display	F or C
Indoor Fan RPM (Hi/Med/Lo)	1250/900/700	Refrigerant Oil	VG74 / 17 oz.
Indoor Air Flow (Hi/Med/Lo)	412/295/235 CFM	Design Pressure	550/340 PSIG
Indoor Noise Level (Hi/Med/Lo)	39/29/26 dB	Liquid side/ Gas side	1/4" / 3/8"
Indoor Unit Dimensions (W*D*H)	32" x 8.6" x 11.5"	* Cooling COP & EER Rated at normal operating conditions	

Anexo A-6: Plancha DC

25/11/2018

SL-050D-Yiwu Sunlar Technology Company Limited



义乌市桑拉太阳能科技有限公司
Yiwu Sunlar Technology Company Limited

简体中文 English

Hotsell: 0086-13924820968

[Home](#)

[About Us](#)

[News](#)

[Products](#)

[Case](#)

[Contact](#)

[Home](#) > [Products](#) > [Solar iron](#)



SL-050D

Model No.	SL-050D	产品咨询
Brand	SUNLAR	
Voltage	12V	售后服务
Power	60W	
Type	Dry	热线电话
Temperature mode	Auto(adjustable knob)	

[Detailed information](#)

Product features:

Input voltage 12 V DC, low power, high thermal efficiency, energy saving.

Mainly sold to the city electricity is not stable region, it works by battery or solar panel directly.

Model No. SL-050D

1. High quality internal heating, uniform heating. Fashion design, beautiful and generous, 2 meters cable with battery clips.
2. Built in short circuit protection, positive and negative connection mistake no problem, if the positive and negative connection in wrong way indicator light is not bright.
3. Energy saving, maximum power: 60W, input voltage 12V, maximum operating temperature of about 100 degree Celsius.
4. Each carton 20pcs, about 0.01 cbm.

[Previous No Information](#) [Next SL-100D](#)

Anexo A-7: Horno Eléctrico DC



Portable Oven (Model 1212)

IMPORTANT

This oven operates with a 12V DC system. Always start the vehicle's engine before plugging in the oven. The oven draws over 13 amps during operation, so make sure the circuit you are using is rated for this much current. The power cord has a 20 amp in-line fuse. If necessary, only replace the fuse with a new one of the same type and amp rating.

CAUTION

- Read all instructions before operating this portable oven.
- DO NOT USE WHILE DRIVING.
- Keep out of reach of children.
- Food/container will be hot upon removal. To avoid burning hands, do not touch directly. Use oven mitts for protection.
- Do not leave the portable oven unattended during use.
- The portable oven becomes very hot. To avoid injury, do not touch the hot surfaces.
- Keep flammable objects at least 2 feet away during use.
- Unplug the portable oven before cleaning.
- Allow the portable oven to cool before cleaning or storing.
- To protect against electric shock, do not immerse the cord or portable oven in any liquid.
- Do not use the portable oven with a damaged cord or plug, or if the portable oven has been dropped or damaged in any way.
- Do not warm food in plastic containers, sandwich bags or any sealed container. Plastic containers may melt and sealed containers may explode when heated.
- Do not use the portable oven for anything other than its intended purpose.

ELECTRIC SHOCK, HEAT AND STEAM SAFETY

The bottom and the sides of the oven get hot very quickly and stay hot even after being unplugged. Steam may escape while cooking. Food container will be hot upon removal. To avoid burning hands, do not touch directly. Use oven mitts for protection. The oven will leak if knocked over. Keep the cord away from hot surfaces. Always unplug the oven when not in use. Allow the oven to cool before cleaning or storing. Do not place on, or near surfaces that can be damaged by heat or steam.

COOKING WITH THE PORTABLE OVEN

The internal thermostat maintains a temperature of 280°F (138°C). Puncture cans and open jars before heating. Place food on aluminum foil or small oven bags to make cleanup easier. Meat and fish must be wrapped in aluminum foil before heating.

1. Remove all cord wraps and uncoil the cables prior to using the oven.
2. Plug the 12V DC plug into a 12V power receptacle.
3. Switch the ON/OFF Switch to the ON position and the HIGH/LOW switch to the HIGH position.
4. When you are done cooking, switch the HIGH/LOW switch to the LOW position to keep the food warm.
5. When you are done using the oven, turn the ON/OFF switch to the OFF position and unplug the portable oven from the 12V power receptacle.

CLEANING

ALWAYS UNPLUG THE OVEN BEFORE CLEANING. DO NOT IMMERSE IN ANY LIQUID. Use a cloth, brush or sponge with water and mild dish soap. Do not use metal scouring pads.



Horno Portátil (Modelo 1212)

IMPORTANTE

Este horno funciona con un sistema de 12V de CC. Siempre debe encender el motor del vehículo antes de enchufar el horno. El horno consume más de 13 amperios mientras está en funcionamiento, por lo que debe asegurarse de que el circuito que está usando es el adecuado para este amperaje. El cable de alimentación tiene un fusible en línea de 20 amperios. De ser necesario, solamente reemplace el fusible por uno nuevo, el que deberá ser de igual tipo y calificación.

PRECAUCIÓN

- Lea todas las instrucciones antes de hacer funcionar el horno portátil.
- NO LO UTILICE MIENTRAS MANEJA.
- Manténgalo fuera del alcance de los niños.
- Los alimentos y/o el recipiente estarán calientes al retirarlos. Para evitar quemaduras en las manos, no los toque directamente. Para protegerse, use manoplas de cocina.
- No descuide el horno portátil mientras esté en funcionamiento.
- El horno portátil adquiere una temperatura muy elevada. Para evitar lesiones, no toque las superficies calientes.
- Aleje los objetos inflamables a una distancia no inferior a 2 pies (60 cm) mientras el horno esté en funcionamiento.
- Desenchufe el horno portátil antes de limpiarlo.
- Deje enfriar el horno antes de limpiarlo o guardarlo.
- Para protegerse de posibles descargas eléctricas, no sumerja el cable ni el horno portátil en líquido.
- No use el horno portátil con un cable o enchufe dañado o si se ha caído o dañado el aparato de alguna forma.
- No caliente alimentos en envases de plástico, bolsas de sándwich o recipientes sellados. Los envases de plástico pueden derretirse y los recipientes sellados pueden explotar cuando se calientan.
- No le dé al horno portátil un uso distinto al previsto.

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR DESCARGAS ELÉCTRICAS, CALOR Y VAPOR

La parte inferior y los laterales del horno se calientan con mucha rapidez y mantienen la temperatura incluso después de su desconexión. Es posible que emane vapor durante la cocción. El recipiente que contiene los alimentos estará caliente al retirarlo. Para evitar quemaduras en las manos, no lo toque directamente. Para protegerse, use manoplas de cocina. Si el horno se cae, se volcará líquido. Mantenga el cable alejado de superficies calientes. Desenchufe siempre el horno cuando no lo esté usando. Deje enfriar el horno antes de limpiarlo o guardarlo. No lo coloque sobre superficies que puedan dañarse con el calor o vapor, ni cerca de ellas.

CÓMO COCINAR CON EL HORNO PORTÁTIL

El termostato interno mantiene la temperatura en 280°F (138°C). Perfore las latas y abra los frascos antes de calentar. Coloque los alimentos en papel de aluminio o bolsitas para horno para facilitar la limpieza. La carne de res y de pescado debe envolverse en papel de aluminio antes de calentarla.

1. Quite todos los envoltorios de los cables y desenrolle los cables antes de usar el artefacto.
2. Conecte el enchufe de 12V de CC en el tomacorriente de 12V.
3. Coloque el interruptor ON/OFF (Encendido/Apagado) en la posición ON (Encendido) y el interruptor HIGH/LOW (Máximo/Mínimo) en la posición HIGH (Máximo).



Four Portable (Modèle 1212)

IMPORTANT

Ce four fonctionne avec un système de 12 volts c.c. Allumez toujours le moteur du véhicule avant de brancher le four. Le four consomme plus de 13 ampères pendant son fonctionnement, veuillez donc vous assurer que la puissance nominale du circuit utilisé est suffisante. Le cordon d'alimentation utilisé est doté d'un fusible en ligne de 20 ampères. Au besoin, remplacez le fusible uniquement par un fusible neuf du même type et calibre.

ATTENTION

- Veuillez lire toutes les directives avant de faire fonctionner ce four portable.
- N'UTILISEZ PAS L'APPAREIL PENDANT QUE VOUS CONDUISEZ.
- Maintenez l'appareil hors de la portée des enfants.
- La nourriture ou le récipient seront chauds lorsque vous les retirerez du four. Pour éviter de vous brûler les mains, ne les touchez pas directement. Protégez-vous à l'aide de gants de cuisine.
- Ne laissez pas le four portable sans surveillance pendant son utilisation.
- Le four portable devient très chaud. Pour éviter les blessures, ne touchez pas les surfaces chaudes.
- Maintenez les objets inflammables à une distance minimale de 60 cm (2 pieds) pendant l'utilisation.
- Débranchez le four portable avant de le nettoyer.
- Avant de nettoyer ou ranger le four portable, laissez-le refroidir.
- Pour vous protéger contre une électrocution, évitez d'immerger le cordon d'alimentation ou le four portable dans du liquide.
- N'utilisez pas le four portable si le cordon ou la fiche est endommagé(e) ou si le four portable est tombé ou a été endommagé d'une manière ou d'une autre.
- Ne réchauffez pas de nourriture dans des récipients en plastique, des sacs à sandwich ou des récipients fermés. Les récipients en plastique peuvent fondre et les récipients fermés peuvent exploser sous l'effet de la chaleur.
- N'utilisez le four portable que pour son usage prévu.

SÉCURITÉ CONTRE L'ÉLECTROCUTION, LA CHALEUR ET LA VAPEUR

Le fond et les côtés du four deviennent chauds très rapidement et restent chauds même une fois le four débranché. De la vapeur peut s'échapper pendant la cuisson. Le récipient de nourriture sera chaud lorsque vous le retirerez du four. Pour éviter de vous brûler les mains, ne le touchez pas directement. Protégez-vous à l'aide de gants de cuisine. Si le four est renversé, il y aura des fuites. Maintenez le cordon d'alimentation à distance des surfaces chaudes. Débranchez toujours le four quand vous ne l'utilisez pas. Avant de nettoyer ou ranger le four, laissez-le refroidir. Ne placez pas l'appareil sur ou à proximité de surfaces risquant d'être endommagées si elles entrent en contact avec de la chaleur ou de la vapeur.

CUISON AVEC LE FOUR PORTABLE

Le thermostat interne maintient une température de 138°C (280°F). Perforez les boîtes de conserve et ouvrez les bocaux avant de les chauffer. Afin de faciliter le nettoyage du four, placez la nourriture sur du papier d'aluminium ou dans des petits sacs de cuisson. La viande et le poisson doivent être emballés dans du papier d'aluminium avant de les chauffer.

0099001177-00

TROUBLESHOOTING

This oven is equipped with a 20 amp fuse. If the 12V circuit fails to operate, try the following suggestions:

1. Unplug the oven from the power supply and make sure the receptacle is clean and the plug is making a good contact.
2. Check the oven's fuse. If the fuse is blown, replace it with a fuse of the same type and rating.
3. Check the vehicle's fuse panel. If the fuse is blown, replace it with a fuse of the same type and rating.

SPECIFICATIONS

Input voltage:	12V DC
Max. power consumption:	150W
Max. heating temperature:	200°F (93°C)
Input cord length:	5.89 feet (1.8 meters)
Fuse size:	20A

LIMITED WARRANTY

Schumacher Electric Corporation (the "Manufacturer") warrants this portable oven to the original purchaser for one year from the date of purchase at retail against defective material or workmanship that may occur under normal use and care. If your unit is not free from defective material or workmanship. Manufacturer's obligation under this warranty is solely to repair or replace your product with a new or reconditioned unit at the option of the Manufacturer. It is the obligation of the purchaser to forward the unit, along with proof of purchase and mailing charges prepaid to the manufacturer or its authorized representatives in order for repair or replacement to occur. Manufacturer expressly disclaims and excludes any warranties other than this limited warranty. Manufacturer shall not be liable for any incidental, special or consequential damage claims incurred by purchasers, users or others associated with this product. This warranty gives you specific legal rights and it is possible you may have other rights which vary from this warranty.

Schumacher Electric Corporation Customer Service,
801 Business Center Drive, Mount Prospect, Illinois, 60056-2179
1-800-621-5485

Monday - Friday 7:00 a.m. to 5:00 p.m. CST

WARNING: Pursuant to California Proposition 65, this product contains chemicals known to the State of California to cause cancer and birth defects or other reproductive harm.

4. Cuando finalice la cocción, coloque el interruptor HIGH/LOW en la posición LOW (Mínimo) para mantener calientes los alimentos.
5. Una vez finalizado el uso del horno, gire el interruptor ON/OFF hasta la posición OFF (Apagado) y desenchufe el artefacto del tomacorriente de 12V.

LIMPIEZA

DESENCHUFE SIEMPRE EL HORNO ANTES DE LA LIMPIEZA. NO LO SUMERJA EN NINGÚN LÍQUIDO. Use un trapo, cepillo o esponja con agua y detergente suave. No utilice esponjas de metal.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Este horno viene equipado con un fusible de 20 amperios. Si el circuito de 12V no funciona correctamente, intente realizar lo siguiente:

1. Desenchufe el horno del tomacorriente y asegúrese de que el receptáculo esté limpio y de que el enchufe haga un buen contacto.
2. Revise el fusible del horno. Si el fusible está quemado, reemplácelo con un fusible de la misma clase y calificación.
3. Revise el panel de fusibles del vehículo. Si el fusible está quemado, reemplácelo con un fusible de la misma clase y calificación.

ESPECIFICACIONES

Voltaje de entrada:	12V de CC
Máximo consumo energético:	150W
Máxima temperatura de calentamiento:	200°F (93°C)
Longitud del cable de entrada:	5,89 pies (1,8 metros)
Tamaño del fusible:	20A

GARANTÍA LIMITADA

Schumacher Electric Corporation (el "Fabricante") garantiza este horno portátil al comprador original durante un año desde la fecha de compra minorista contra defectos en los materiales o la mano de obra que puedan ocurrir bajo uso y cuidado normales. Si su unidad contiene defectos en los materiales o la mano de obra, la obligación del Fabricante conforme a esta garantía es solamente reparar o reemplazar el producto con un producto nuevo o reacondicionado, a criterio del Fabricante. Es la obligación del comprador enviar la unidad con el comprobante de compra y los gastos de envío prepagos al fabricante o a sus representantes autorizados para que estos reparen o reemplacen el producto.

El Fabricante expresamente renuncia y rechaza toda garantía que no sea esta garantía limitada. El Fabricante no será responsable por las reclamaciones por daños incidentales, especiales o directos sufridos por compradores, usuarios o terceros relacionados con este producto. Esta garantía le otorga derechos legales específicos y es posible que tenga otros derechos que sean diferentes a los que esta garantía otorga.

Schumacher Electric Corporation Customer Service,
801 Business Center Drive, Mount Prospect, Illinois, 60056-2179
1-800-621-5485

De lunes a viernes de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. CST,
Hora central estándar.

ADVERTENCIA: Según la Proposición 65 de California, este producto contiene sustancias químicas que, según el estado de California, causan cáncer y defectos congénitos u otros daños reproductivos.

1. Retirez tous les éléments d'emballage du cordon et déroulez les câbles avant d'utiliser le four.
2. Branchez la fiche de 12 volts c.c. dans une prise de courant de 12 volts.
3. Mettez l'interrupteur ON/OFF (marche/arrêt) sur la position ON (marche) et l'interrupteur HIGH/LOW (haut/bas) sur la position HIGH (haut).
4. Lorsque la cuisson est terminée, mettez l'interrupteur HIGH/LOW (haut/bas) sur la position LOW (bas) pour garder la nourriture au chaud.
5. Lorsque vous avez fini d'utiliser le four, tournez l'interrupteur ON/OFF (marche/arrêt) sur la position OFF (arrêt) et débranchez le four portable de la prise de courant de 12 volts.

NETTOYAGE

DÉBRANCHEZ TOUJOURS LE FOUR AVANT DE LE NETTOYER. NE L'IMMERGEZ JAMAIS DANS DU LIQUIDE. Utilisez un chiffon, une brosse ou une éponge avec de l'eau et du produit à vaisselle doux. N'utilisez jamais de tampon à récurer en métal.

DÉPANNAGE

Ce four est doté d'un fusible de 20 ampères. Si le circuit 12 volts ne fonctionne pas, voici quelques suggestions:

1. Débranchez le four de l'alimentation de courant, vérifiez que la prise est propre et qu'elle est bien contact.
2. Vérifiez le fusible du four. Si le fusible a sauté, remplacez-le par un fusible de même type et calibre.
3. Vérifiez le tableau de fusibles du véhicule. Si le fusible a sauté, remplacez-le par un fusible de même type et calibre.

SPÉCIFICATIONS

Tension d'entrée:	12 volts c.c.
Consommation d'énergie max.:	150W
Température max. de chauffage:	93°C (200°F)
Longueur du cordon d'alimentation:	1,8 mètre (5,89 pieds)
Taille du fusible:	20 A

GARANTIE LIMITÉE

La société Schumacher Electric Corporation (le « Fabricant ») garantit ce four portable à l'acheteur d'origine pendant un an à compter de la date d'achat chez le détaillant, contre tout défaut matériel ou de main d'œuvre pouvant survenir lors d'une utilisation normale et d'un entretien adéquat. Si votre appareil n'est pas libre de défauts matériels ou de main d'œuvre, l'unique obligation du Fabricant en vertu de la présente garantie est de réparer ou de remplacer votre produit par un neuf ou par un appareil remis à neuf, selon le choix du Fabricant. L'acheteur est tenu de faire parvenir l'appareil et la preuve d'achat et d'affranchir les frais d'expédition au Fabricant ou à ses représentants autorisés, afin qu'une réparation ou un remplacement puisse avoir lieu.

Le Fabricant réfute formellement et exclut toute garantie autre que la présente garantie limitée. Le Fabricant ne pourra être tenu responsable pour tout dommage imprévu, spécial ou consécutif subi par l'acheteur, les utilisateurs ou autres en rapport avec ce produit. Cette garantie vous accorde des droits légaux spécifiques et il est possible que vous puissiez bénéficier d'autres droits pouvant différer de cette garantie.

Schumacher Electric Corporation Customer Service,
801 Business Center Drive, Mount Prospect, Illinois, 60056-2179
1-800-621-5485

Lundi à vendredi 7 h à 17 h. HNC

AVERTISSEMENT: Conformément à la Proposition 65 de Californie, ce produit contient des produits chimiques qui, selon l'avis de l'État de la Californie, provoquent le cancer, des malformations congénitales ou d'autres problèmes liés à la reproduction.

Anexo A-8: Aspiradora DC



MiniVac Handheld vacuum cleaner

12V battery, Bagless Cyclonic, 5 accessories and storage bag, Home & Car (with car plug) | FC6149/61 | [Find similar products](#) >



Overview

Specifications

Reviews & Awards

Specification highlights

Battery voltage	12 V
Runtime	11 minute(s)
Filter system	2-stage cyclonic action
Dust capacity	0.5 L
Input power (max)	120 W

Technical Specifications

Design

Color	Deep black with orange accents
Design features	Translucent dust chamber

Filtration

Filter system	2-stage cyclonic action
Dust capacity	0.5 L

Usability

Special features	<ul style="list-style-type: none">Charging indicationSoft touch handle
------------------	---

Performance

Runtime	11 minute(s)
Noise level (Lc IEC)	81 dB
Airflow (max)	840 l/min
Input power (max)	120 W
Suction power (max)	22 W
Vacuum (max)	4.2 kPa
Battery voltage	12 V
Charging time	16-18 hour(s)

Nozzles and accessories

Other accessories	Charging base
-------------------	---------------

LED Spotlight



Socket GUS.3

HALED95™ MR16



Part No.	Wattage (W)	Halogen Equivalent (W)	Voltage (V)	CCT (K)	Lumens (lm)	Luminous intensity (cd)	Ra	Beam angle (deg)	Dimmable	Rated life (hrs)
MR16 KC20P5-23051	5	20	AC/DC12	2700	230	700	95	36°	No	25000



Socket GUS.3

HALIGHT MR16



Part No.	Wattage (W)	Halogen Equivalent (W)	Voltage (V)	CCT (K)	Lumens (lm)	Luminous intensity (cd)	Ra	Beam angle (deg)	Dimmable	Rated life (hrs)
MR16 KC35P7-25748	7	35	AC12	2700	345	900	90	36°	No	20000
MR16 WC35P7-25750	7	35	AC12	3000	345	900	90	36°	No	20000
MR16 NC35P7-25751	7	35	AC12	4000	345	900	90	36°	No	20000



Socket GUS.3

HALED™ III MR16



Part No.	Wattage (W)	Halogen Equivalent (W)	Voltage (V)	CCT (K)	Lumens (lm)	Luminous intensity (cd)	Ra	Beam angle (deg)	Dimmable trailing edge	Rated life (hrs)
DMR16 KC35P7-2500	7	35	AC 12	2700	345	900	95	36°	Yes	25000
DMR16 WC35P7-2501	7	35	AC 12	3000	345	900	95	36°	Yes	25000
DMR16 NC35P7-2502	7	35	AC 12	4000	345	900	95	36°	Yes	25000



Socket GUS.3

HALED95™ MR16 TITANIUM



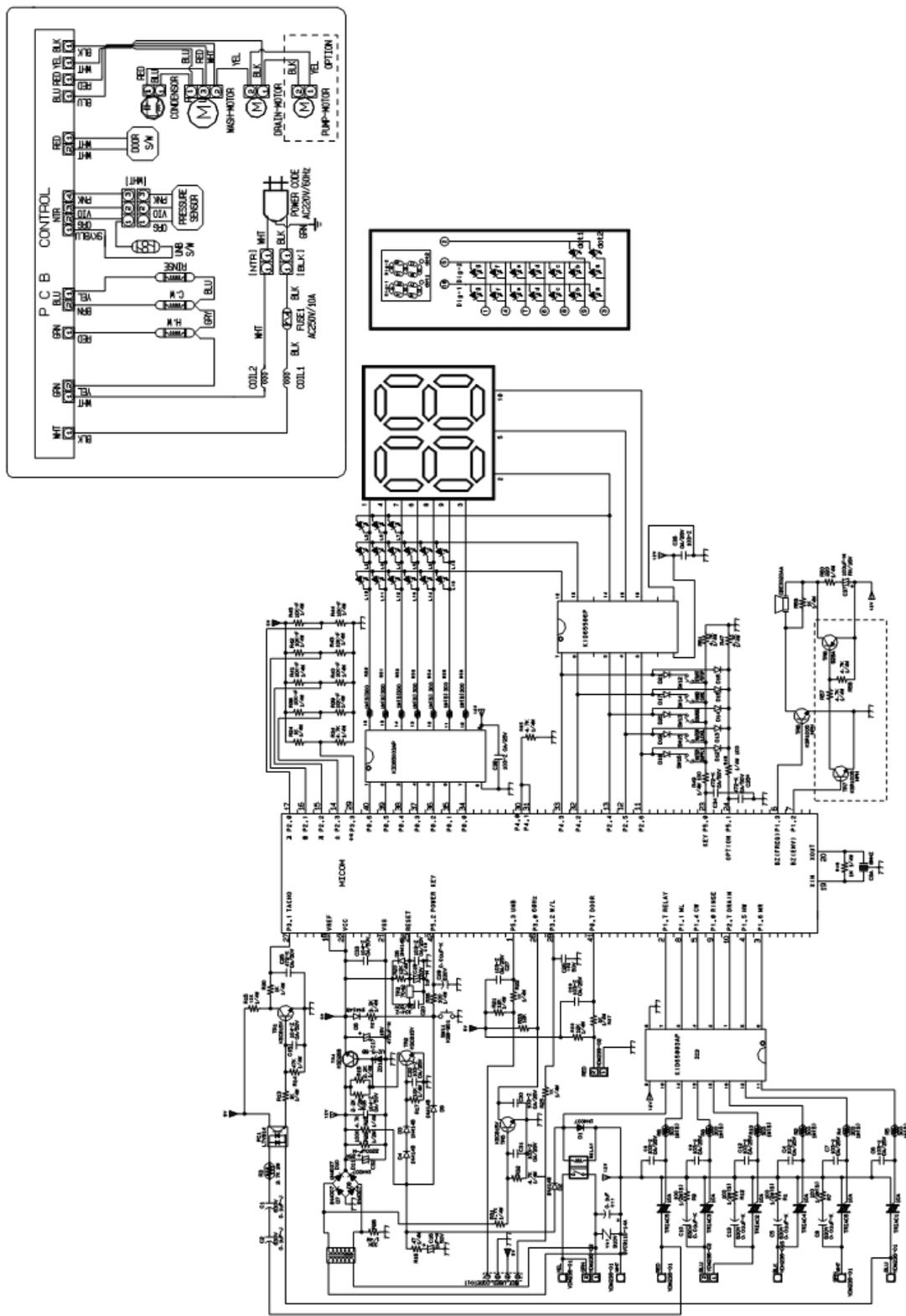
Part No.	Wattage (W)	Halogen Equivalent (W)	Voltage (V)	CCT (K)	Lumens (lm)	Luminous intensity (cd)	Ra	Beam angle (deg)	Dimmable trailing edge	Rated life (hrs)
DMR16 KC45P10-23572	10	45	AC/DC12	2700	500	1400	95	36°	Yes	25000
DMR16 WC45P10-23683	10	45	AC/DC12	3000	500	1400	95	36°	Yes	25000
DMR16 NC45P10-23839	10	45	AC/DC12	4000	500	1400	95	36°	Yes	25000

ANEXO B

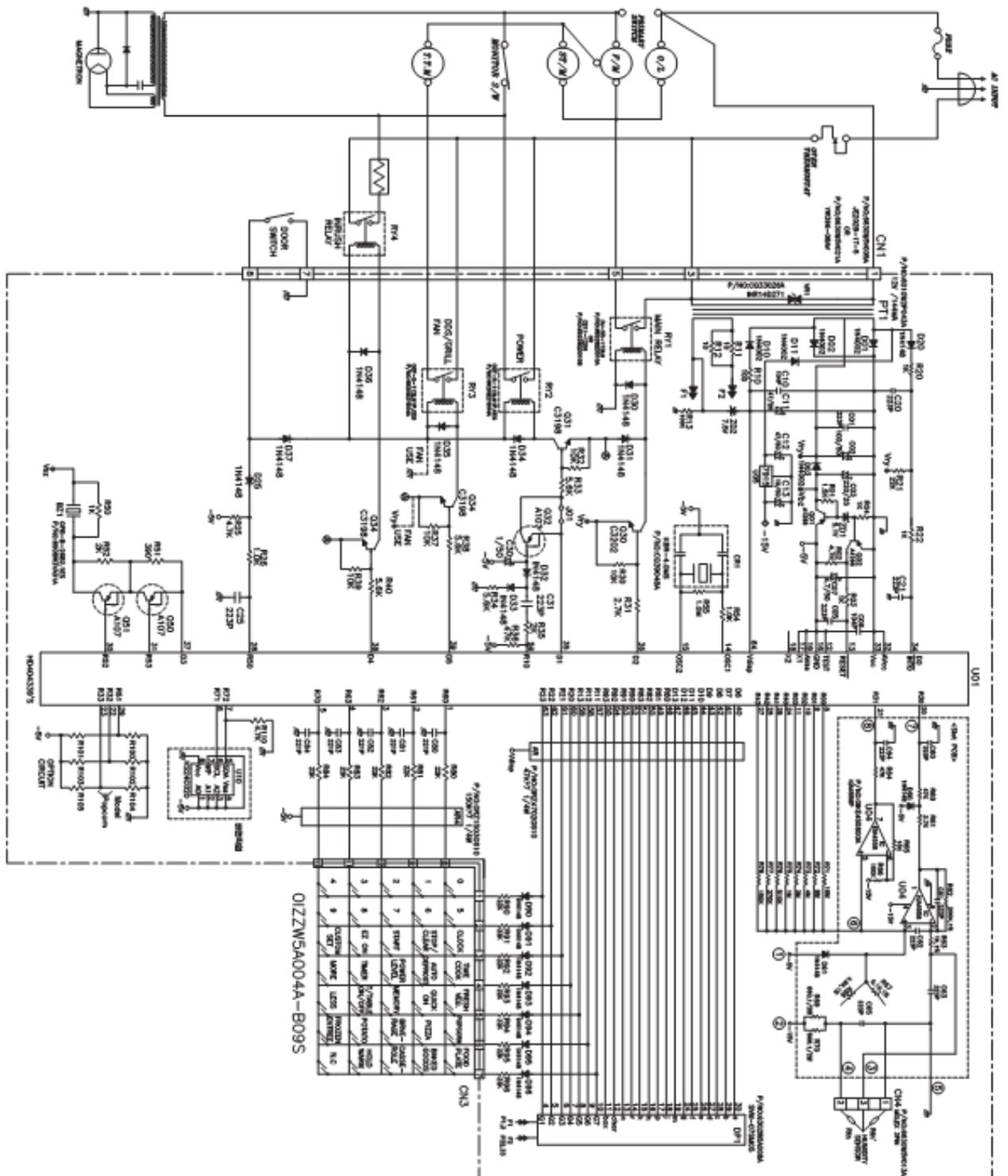
Diagramas eléctricos

3. Schematic and Circuit and PCB Pattern Diagram

3-1 Schematic and Circuit Diagram



SCHEMATIC DIAGRAM OF P.C.B.

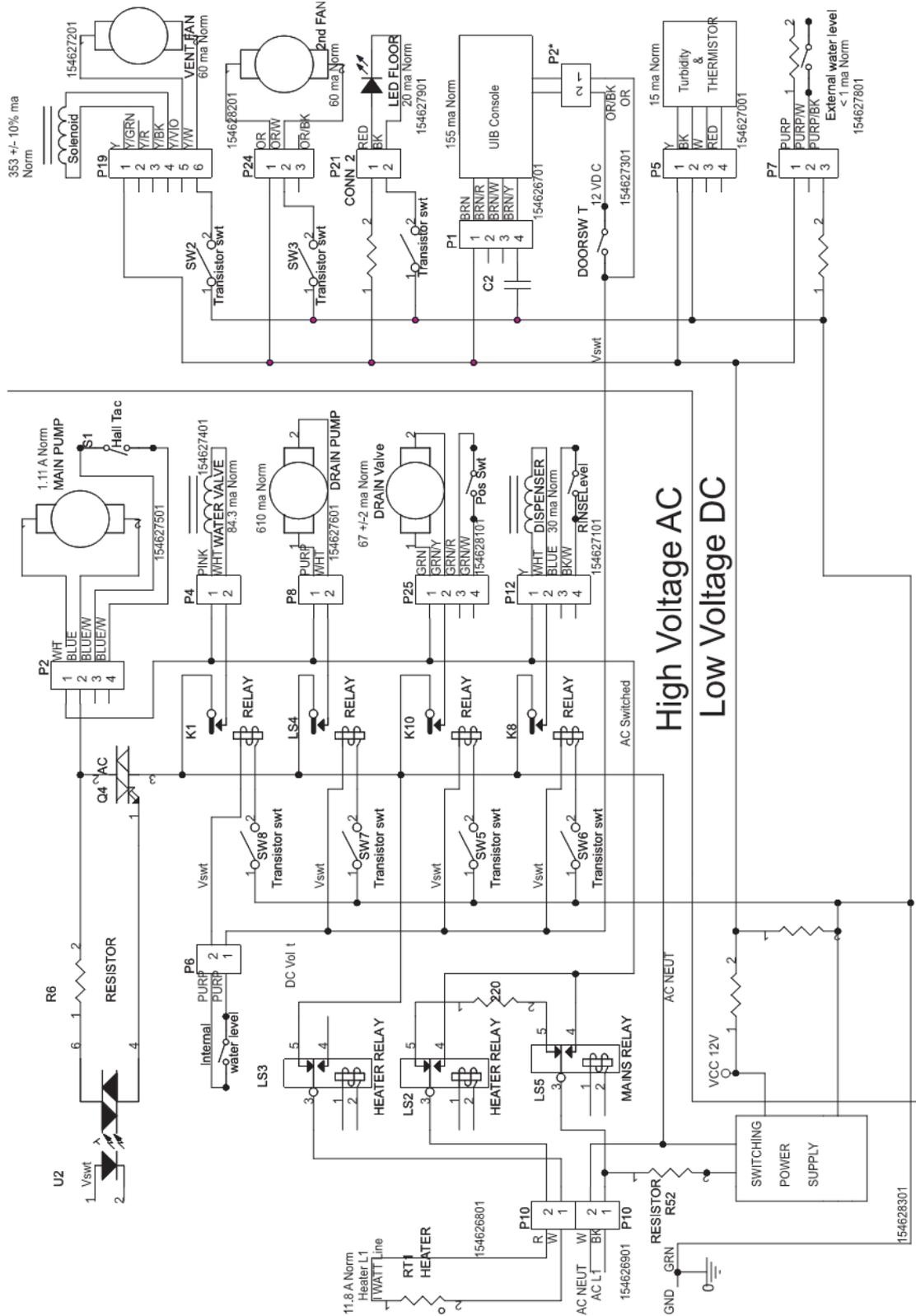


Anexo B-3: Diagrama electrónico lavavajilla

Publication No: 5995563961

EIDW6105G

WIRING DIAGRAM

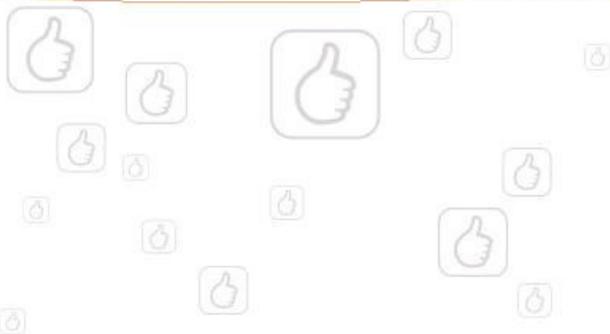


*Led Floor Not Present

ANEXO C

Catálogos de componentes del sistema fotovoltaico

→ www.atersa.com



Optimum
nueva gama



Módulo solar (72 células 6")
A-xxxP GSE (BS) (305 - 330 W)

- **Optimice sus instalaciones.**
- **Alta eficiencia** del módulo y potencia de salida estable, basado en una tecnología de proceso innovadora.
- **Funcionamiento eléctrico excepcional** en condiciones de alta temperatura o baja irradiación.
- Facilidad de instalación gracias a un **diseño de ingeniería innovador.**
- **Riguroso control de calidad** que cumple con los más altos estándares internacionales.
- **Garantía, 10 años** contra defectos de fabricación y **25 años** en rendimiento (80% potencia de salida).

Un sistema único
en el mercado,
patentado por
Atersa.



Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte:

→ www.atersa.com

Módulos fotovoltaicos para el futuro



A-xxxP GSE (BS) (xxx = potencia nominal)

Características eléctricas	A-305P GSE	A-310P GSE	A-315P GSE	A-320P GSE	A-325P GSE	A-330P GSE
Potencia Máxima (P _{max})	305 W	310 W	315 W	320 W	325 W	330 W
Tensión Máxima Potencia (V _{mp})	36.40 V	36.60 V	36.80 V	37.00 V	37.20 V	37.40 V
Corriente Máxima Potencia (I _{mp})	8.38 A	8.47 A	8.56 A	8.65 A	8.74 A	8.83 A
Tensión de Circuito Abierto (V _{oc})	45.00 V	45.10 V	45.30 V	45.50 V	45.70 V	45.80 V
Corriente en Cortocircuito (I _{sc})	8.91 A	9.02 A	9.09 A	9.17 A	9.25 A	9.33 A
Eficiencia del Módulo (%)	15.7	16.0	16.2	16.5	16.7	17.0
Tolerancia de Potencia (%)	0/+5					
Máxima Serie de Fusibles (A)	15					
Máxima Tensión del Sistema (TUV/UL)	DC 1000 V					
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)	45±2					

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m², espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C. Tolerancias medida STC: ±3% (P_{mp}); ±10% (I_{sc}, V_{oc}, I_{mp}, V_{mp}).

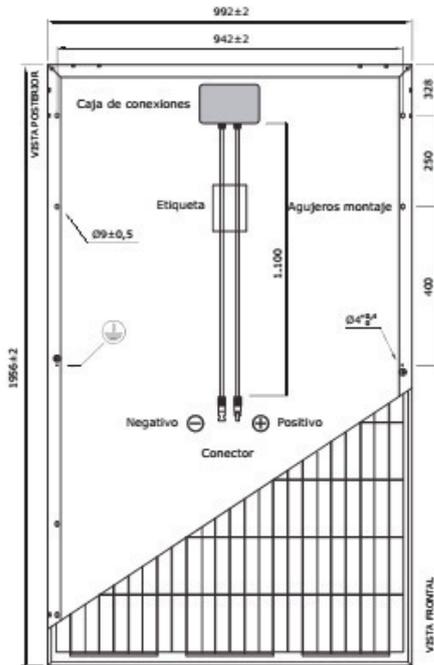
Especificaciones mecánicas

Dimensiones	1956x992x40 mm
Peso (± 0.5 kg)	26.5 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	5400 Pa
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s

Materiales de construcción

Cubierta frontal (material/tipo/espesor)	Cristal templado alta transmisión/bajo nivel hierro/4.0 mm
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	72 pzas (6x12)/policristalina /156 x 156 mm
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado /plata
Caja de conexiones (grado de protección)	IP67
Cable (longitud/sección) / Conector	1.100 mm. /4 mm ² /MC4 compatible

Vista genérica construcción módulo



NOTA: El dibujo no está a escala.

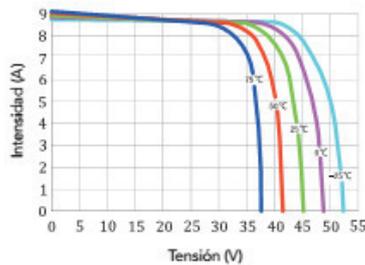
Características de temperatura

Coef. Temp. de I _{sc} (TK I _{sc})	0.05% /°C
Coef. Temp. de V _{oc} (TK V _{oc})	-0.33% /°C
Coef. Temp. de V _{mp} (TK V _{mp})	-0.43% /°C
Temperatura de Funcionamiento	-40 to +85 °C
Temperatura de Almacenamiento	-20 to +40 °C

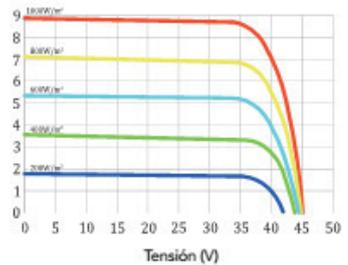
Embalaje

Módulos/palé	26 pzas
Palés/contenedor 40' HQ	24 palés
Módulos/contenedor 40' HQ	624 pzas

Temperatura Varía (A-305P GSE (BS))



Irradiación Varía (A-305P GSE (BS))



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

Anexo C-2: Baterías sistema fotovoltaico



DATA SHEET

J185P-AC

MODEL J185P-AC with Bayonet Cap
VOLTAGE 12
MATERIAL Polypropylene
DIMENSIONS Inches (mm)
BATTERY Deep-Cycle Flooded/Wet Lead-Acid Battery
COLOR Maroon
WATERING Single-Point Watering Kit



12V



*Polyon™ Case

PRODUCT + PHYSICAL SPECIFICATIONS

BCI Group Size	Type	Voltage	Cell(s)	Terminal Type ^e	Dimensions ^c Inches (mm)			Weight Lbs. (kg)
					Length	Width	Height ^f	
921	J185P-AC*	12	6	6	14.97 (380)	6.91 (176)	14.67 (373)	114 (52)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Cranking Performance		Capacity ^a Minutes		Capacity ^a Amp-Hours (AH)				Energy (kWh)	Internal Resistance (mΩ)	Short Circuit Current (amps)
C.C.A. ^b @ 0°F (-18°C)	C.A. ⁵ @ 32°F (0°C)	@ 25 Amps	@ 75 Amps	5-Hr	10-Hr	20-Hr	100-Hr	100-Hr		
—	—	380	104	168	189	205	226	2.71	—	—

CHARGING INSTRUCTIONS

System Voltage	Charger Voltage Settings (at 77°F/25°C)			
	12V	24V	36V	48V
Bulk Charge	14.82	29.64	44.46	59.28
Float Charge	13.50	27.00	40.50	54.00
Equalize Charge	16.20	32.40	48.60	64.80

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

Add	Subtract
0.005 volt per cell for every 1°C below 25°C 0.0028 volt per cell for every 1°F below 77°F	0.005 volt per cell for every 1°C above 25°C 0.0028 volt per cell for every 1°F above 77°F

OPERATIONAL DATA

Operating Temperature	Self Discharge
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	5 – 15% per month depending on storage temperature conditions.

STATE OF CHARGE MEASURE OF OPEN-CIRCUIT VOLTAGE

Percentage Charge	Specific Gravity	Cell	12 Volt
100	1.277	2.122	12.73
90	1.258	2.103	12.62
80	1.238	2.083	12.50
70	1.217	2.062	12.37
60	1.195	2.040	12.24
50	1.172	2.017	12.10
40	1.148	1.993	11.96
30	1.124	1.969	11.81
20	1.098	1.943	11.66
10	1.073	1.918	11.51



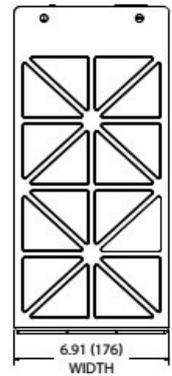
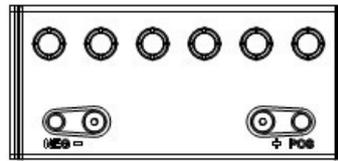
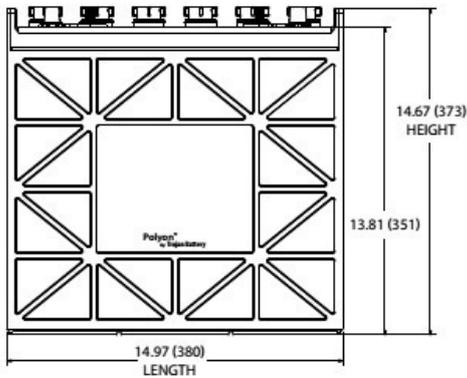
Designed in compliance with applicable BCI, DIN, BS and IEC standards.
Tested in compliance to BCI and IEC standards.



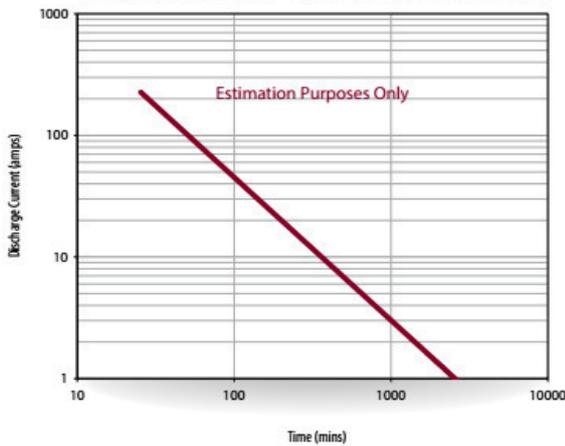
TERMINAL CONFIGURATIONS⁶

6	DT	Automotive Post & Stud Terminal
		
Terminal Height Inches (mm) 0.79 (20)		
Torque Values in-lb (Nm) Stud: 95 – 105 (11 – 12) / AP: 50 – 70 (6 – 8)		
Bolt Size 5/16"		

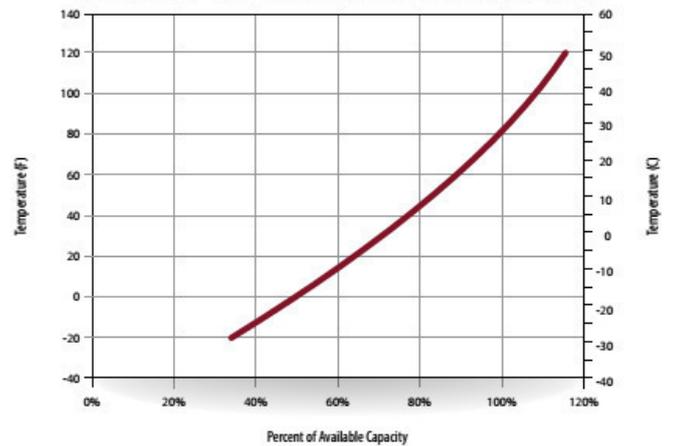
BATTERY DIMENSIONS (shown with DT)



TROJAN J185P-AC PERFORMANCE



PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE



- A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
- B. The amount of amp-hours (Ah) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
- C. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal. Batteries should be mounted with 0.5 inches (12.7 mm) spacing minimum.

- D. C.C.A. (Cold Cranking Amps) = the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 0°F (-18°C) at a voltage above 1.2 V/cell.
- E. C.A. (Cranking Amps) = the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 32°F (0°C) at a voltage above 1.2 V/cell. This is sometimes referred to as marine cranking amps @ 32°F or M.C.A. @ 32°F.
- F. Height taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.
- G. Terminal images are representative only.



800.423.6569 / +1.562.236.3000 / trojanbattery.com

J185P-AC DS 2016_0818

© 2016 Trojan Battery Company, LLC. All rights reserved. Trojan Battery Company is not liable for damages that may result from any information provided in or omitted from this publication, under any circumstances. Trojan Battery Company reserves the right to make adjustments to this publication at any time, without notice or obligation.

Classic EnerSol T

Technical data, Drawings

Technical characteristics and data

Type	Part number	Nom. voltage V	Nominal capacity C_{20} 1.85 Vpc 25 °C Ah	Length (l) max. mm	Width (b/w) max. mm	Height* (h) max. mm	Installed length (L) max. mm	Weight incl. acid approx. kg	Weight acid** approx. kg	Internal resistance mOhm	Short circuit current A	Terminal	Pole pairs
EnerSol T 370	NVTS020370WC0FA	2	376	83.0	199	445	93.0	17.3	5.10	0.70	2900	F-M10	1
EnerSol T 460	NVTS020460WC0FA	2	452	101	199	445	111	21.0	6.30	0.56	3625	F-M10	1
EnerSol T 550	NVTS020550WC0FA	2	542	119	199	445	129	24.7	7.50	0.46	4350	F-M10	1
EnerSol T 650	NVTS020650WC0FA	2	668	119	199	508	129	29.5	8.60	0.45	4500	F-M10	1
EnerSol T 760	NVTS020760WC0FA	2	779	137	199	508	147	31.0	10.0	0.38	5250	F-M10	1
EnerSol T 880	NVTS020880WC0FA	2	897	137	199	556	147	38.0	11.0	0.43	4660	F-M10	1
EnerSol T 1000	NVTS021000WC0FA	2	1025	155	199	556	165	43.1	12.6	0.38	5325	F-M10	1
EnerSol T 1130	NVTS021130WC0FA	2	1154	173	199	556	183	47.7	14.1	0.34	5991	F-M10	1
EnerSol T 1250	NVTS021250WC0FA	2	1282	191	199	556	201	52.8	15.6	0.30	6657	F-M10	1

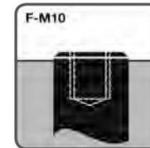
* The above mentioned height can differ depending on the used vent(s).

**Acid density d_{40} = 1.26 kg/l

Type	C_2 1.75 V/C	C_{10} 1.80 V/C	C_{20} 1.80 V/C	C_{24} 1.80 V/C	C_{40} 1.80 V/C	C_{72} 1.80 V/C	C_{100} 1.85 V/C	C_{120} 1.85 V/C	C_{240} 1.85 V/C
EnerSol T 370	260	280	294	333	361	368	369	376	383
EnerSol T 460	327	350	367	416	437	460	444	452	478
EnerSol T 550	393	425	441	499	524	553	533	542	574
EnerSol T 650	492	527	552	625	656	668	647	668	719
EnerSol T 760	574	615	645	729	766	780	755	779	839
EnerSol T 880	654	714	742	840	854	953	869	897	966
EnerSol T 1000	755	809	848	960	1008	1089	993	1025	1104
EnerSol T 1130	850	910	954	1080	1134	1225	1117	1154	1242
EnerSol T 1250	944	1011	1060	1200	1260	1361	1241	1282	1380

The capacities are given in Ah at 25 °C after 5 cycles.

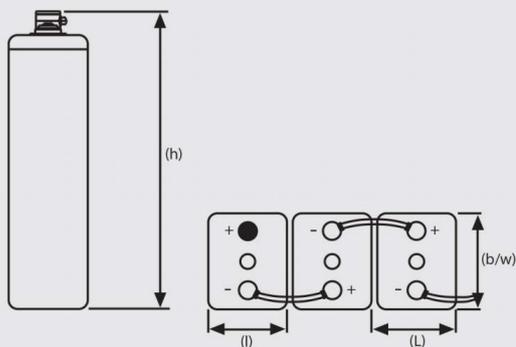
Terminal and torque



25 Nm



Drawings with terminal position



Not to scale!

Anexo C-3: Regulador de carga



PC1800F Series
MPPT Solar

Características:

- 60A/80A MPPT Regulador de carga solar (Ventilación forzada)
- 12V/24V/48V (auto detección); 36V(configurable)
- Eficiencia MPPT >99%, pico eficiencia conversión >98%
- Arquitectura de procesadores DSP que aseguran una gran velocidad y rendimiento.
- Carga en multi-etapas
- Protección: Cortocircuito en paneles, polaridad inversa en paneles y baterías sobrecarga, cortocircuito en la salida.
- Función de actualización
- Función BTS

Introducción:

MPPT (Maximum Power Point Tracking) o bien seguidor de máxima potencia. Es un tipo de regulador de carga que ofrece un modo seguro y eficiente de carga de su batería. Éste prolongará la vida de la misma y asegurará un rendimiento máximo de su instalación solar. Podremos configurarlo a nuestro gusto y visualizar sus datos con su pantalla LCD.

Información Display LCD



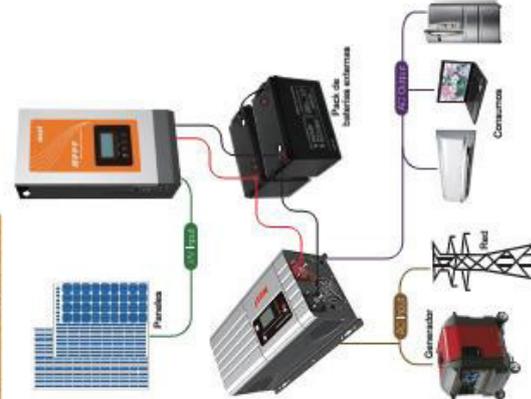
- 1.ON/Menu: Entrar o salir del menú de ajustes.
- 2.UP: Incrementar dato.
- 3.DOWN: Decrementar dato.
- 4.ENTER: Confirmar la selección en ajustes.
- 8.Display LCD.

Indicador LED	Encendido	Parpadeo	Minutos
5. POWER CHARGING	El regulador está encendido	El regulador está cargando.	El tiempo de carga restante en cada 0.5 segs.
6. FAULT/ WARNING	Riempo	Riempo	Estado de alarma: faulting every second (estado de fallos: parpadeo cada 3 segs. Si se ha producido un fallo).
7. WIRING FAULT	Riempo	Riempo	Situación de advertencia.
			Probabilidad de la batería no conectarse correctamente.



- 1.PV+: Terminal positivo paneles
- 2.PV-: Terminal negativo paneles
- 3.BA+: Terminal positivo batería
- 4.BA-: Terminal negativo batería
5. COM: Terminal de comunicaciones RS485
- 6.BTS: Terminal BTS
7. USB

Conexión del sistema solar



Especificaciones

MODELO	PC18-6010F	PC18-8010F
Voltaje nominal sistema baterías	12V	24V
Voltaje de baterías	100V	140V
Voltaje máximo entrada solar	15-48V	30-130V
Rango del MPPT	928W	40-130V
Potencia máxima entrada paneles (12V)	1875W	40-130V
Potencia máxima entrada paneles (24V)	2813W	1250W
Potencia máxima entrada paneles (36V)	3750W	2500W
Potencia máxima entrada paneles (48V)		3750W
Configuraciones de carga		5000W
Estado de advertición		Estado de Notación
Fluoresc. Battery	14.2V/28.4V/42.6V/56.8V	13.7V/27.4V/41.1V/54.8V
AGU/AGU/EAQ battery (breakdown)	14.4V/28.8V/43.2V/57.6V	13.7V/27.4V/41.1V/54.8V
Voltaje de sobre-carga	15.5V/31.0V/46.5V/62.0V	
Voltage recuperación de sobre-carga	14.5V/29.0V/43.5V/58.0V	
Voltaje bajo batería deficiente	10.8V/21.6V/32.4V/43.2V	
Coefficiente compensación temperatura	-3mV/°C (alrededor 25°C ref)	
Pico de eficiencia de conversión	98% (MPPT Eficiencia 99%)	
Máxima corriente de carga	60 ampa constante @ 40°C ambiente	80 ampa constante @ 40°C ambiente
Modo de ventilación		ventilación forzada
Protecciones		Desconexión voltaje PV excitado Recuperación voltaje PV excitado Desconexión voltaje batería excitado Desconexión voltaje batería excitado Desconexión temperatura excitada Recuperación temperatura excitada
Almacenaje		En panel
Dimensiones (W*H*D)		150*100*204mm
Peso (Kg)		3kg/pcs
Dimensiones paquete (W*H*D)		81*308.2*235.8mm
Peso total (Kg) (por embalaje)		17.4kg
Lugar de instalación		Interior
Rango temperatura de funcionamiento		-25-55°C
Humedad ambiente		0-90% humedad relativa (sin condensación)
Añadido		≤3000m
Controlador(MPPT/AGU/EAQ/AGU)		3000pcs / 6000pcs / 7200pcs

* Product specifications are subject to change without further notice.

Lateral regulador



Plano trasero



Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/85 & MPPT 150/100

www.victronenergy.com

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-Tr
Con dispositivo conectable**



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-MC4
Sin pantalla**

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

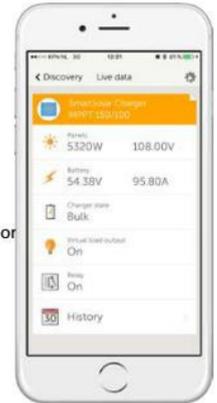
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36V)	
Corriente de carga nominal	85A	100A
Potencia FV máxima, 12 V 1a,b)	1200W	1450W
Potencia FV máxima, 24 V 1a,b)	2400W	2900W
Potencia FV máxima, 48 V 1a,b)	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150V máximo absoluto en las condiciones más frías 145V en arranque y funcionando al máximo	
Eficacia máxima	98%	
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)	
Algoritmo de carga	adaptativo multifase	
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión	
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)	
Humedad	95%, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth	
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)	
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A	Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)	
CARCASA		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (Modelos Tr)	Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)
Bornes de batería	35mm ² / AWG2	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	4,5kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 216 x 295 x 103	Modelos MC4: 246 x 295 x 103
NORMATIVAS		
Seguridad	EN/IEC 62109	
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado. 1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V. 2) Unos paneles FV con una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de polaridad inversa de dichos paneles FV. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máximo por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)		

Controladores de carga SmartSolar 250V y 99% de eficiencia

MPPT 250/60, 250/70, 250/85 & 250/100

www.victronenergy.com

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

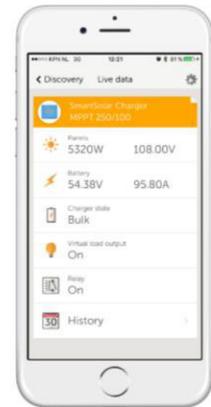
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 250/100-Tr
Con dispositivo conectable



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 250/100-MC4
Sin pantalla

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV máxima, 12 V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV máxima, 24 V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV máxima, 48 V 1a,b)	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)		70A (máx 30A x MC4 con.)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías 245V en arranque y funcionando al máximo			
Eficacia máxima	99%			
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C			
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión			
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth			
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)			
Relé programable	DPST	Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A	Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC	
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)			
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (modelos Tr), Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/60 y 250/70) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)			
Bornes de batería	35mm ² / AWG2			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	3 kg		4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215x250x95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm Modelos MC4: 246x295x103 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109			
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.				
1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.				
2) Unos paneles FV con una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de polaridad inversa de dichos paneles FV.				
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)				

Conext MPPT 80 600 solar charge controller

Install for less, harvest more energy

The Conext™ MPPT 80 600 solar charge controller offers an industry-first set of integration features and top performance that allows for large PV array systems to be easily installed and connected to the battery bank at the lowest overall cost. Installing one MPPT 80 600 is faster than installing multiple smaller charge controllers and lowers overall costs further by utilizing fewer PV strings, smaller wiring and conduit, and by eliminating the need for PV combiner boxes and DC circuit breakers. Longer distances from array site to battery bank are also easier to accommodate than with smaller charge controllers. Advanced Fast Sweep MPPT charging technology helps harvest the most energy available from the PV array, even in partial shade conditions. 80 A of battery charge current allows for the connection of PV arrays rated up to 600 V STC (2560 W for 24 V systems, 4800 W for 48 V systems).

Why choose Conext MPPT 80 600?



True bankability

- Warranty from a trusted partner with 178 years of experience
- World leader in industrial power drives, UPS and electrical distribution
- Strong service infrastructure worldwide to support your global needs



Higher return on investment

- Installs faster with fewer costly components
- Improve battery life with selectable multi-stage temperature compensated charging
- Harvest more energy with shade tolerant fast sweep MPPT algorithm



Designed for reliability

- Robust design through rigorous Multiple Environmental Over Stress Testing (MEOST)



Flexible

- Available remote monitoring and configuration
- Compatible with any brand of PV module, any grounding method
- Stand-alone application or full integration with Conext XW inverter charger system



Easy to install

- Fewer string wires
- Smaller AWG Wire
- No need for combiner box or GFI circuit breaker



Product applications



Commercial grid-tie solar with backup power



Residential grid-tie solar with backup power



off-grid solar



Community electrification



Self-consumption

Conext MPPT 80 600 solar charge controller

Device short name	MPPT 80 600
Electrical specifications	
Nominal battery voltage	24 and 48 V (Default is 48 V)
Max. PV array voltage (operating)	195 to 550 V
Max. PV array open circuit voltage	600 V including temperature correction factor
Battery voltage operating range	16 to 67 VDC
Array short-circuit current	35 A (28 A @ STC)
Max. charge current	80 A
Max. and min. wire size in conduit	#6 AWG to #14 AWG (13.5 to 2.5 mm ²)
Max. output power	2560 W (nominal 24 V), 4800 W (nominal 48 V)
Charger regulation method	Three-stage (bulk, absorption, float) plus manual equalization Two-stage (bulk, absorption) plus manual equalization
Supported battery types	Flooded, GEL, AGM, Custom
Efficiency	
Max. power conversion efficiency	94% (nominal 24V), 96% (nominal 48V)
General specifications	
Power consumption, night time	< 1 W
Battery temperature sensor	Included
Auxiliary output	Dry contact switching up to 60VDC, 30VAC, 8A
Enclosure material	Indoor, ventilated, aluminum sheet metal chassis with 22.22 mm and 27.76 mm (7/8 in and 1 in) knockouts and aluminum heat sink
IP degree of protection	IP20
Product weight	13.5 kg (29.8 lb)
Shipping weight	17.4 kg (38.3 lb)
Product dimensions (H x W x D)	76.0 x 22.0 x 22.0 cm (30.0 x 8.6 x 8.6 in)
Shipping dimensions (H x W x D)	87.0 x 33.0 x 27.0 cm (34.3 x 13.0 x 10.6 in)
Device mounting	Vertical wall mount
Ambient air temperature for operation	-20°C to 65°C (-4°F to 149°F), power derating above 45°C
Storage temperature range	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)
Operating altitude	Sea level to 2000 m (6562 ft)
System network and remote monitoring	Available
Warranty	Five-year standard
Part number	865-1032
Regulatory approval	
Safety	CSA Certified (UL1741, CSA 107.1) and CE Marked for the Low Voltage Directive (EN50178)
EMC	FCC and Industry Canada (Class B), CE Marked for the EMC Directive (EN61000-6-1, -6-3), C-Tick compliant

Specifications are subject to change without notice.

Conext MPPT 80 600 solar charge controller works with the following Schneider Electric products



Conext XW inverter/charger
 XW 5548 NA Product no. 865-5548-01
 XW 6848 NA Product no. 865-6848-01
 XW 7048 E Product no. 865-7048-61
 XW 8548 E Product no. 865-8548-61



Conext SW inverter/charger
 SW 2524 120 Product no. 865-2524
 SW 4024 120 Product no. 865-3524
 SW 2524 230 Product no. 865-2524-61
 SW 4024 230 Product no. 865-3524-61



Conext System Control Panel (SCP)
 Product no. 865-1050-01



Conext Automatic Generator Start (AGS)
 Product no. 865-1060-01

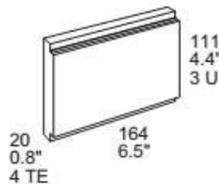


Conext Combox Communication device
 Product no. 865-1058

Anexo C-4: Convertidor de corriente DC/DC



HP Series Data Sheet 120-192 Watt 10:1 DC-DC Converters



Features

- Extremely wide input voltage range from 12.5 to 154 VDC in the same model
- RoHS-compliant
- Class I equipment
- Compliant with EN 50155, EN 50121-3-2, and IEC/EN 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8.
- Input over- and programmable undervoltage lockout including inhibit function
- Low inrush current
- 10 ms interruption time
- 1 to 4 independent, isolated outputs: no load, overload, and short-circuit proof
- Rectangular current limiting characteristic
- Redundant operation (n+1), sense lines, active current sharing option, output voltage adjust
- Hipot test voltage 2.8 kVDC
- Very high efficiency up to 92%
- All PCB boards protected by lacquer
- Extremely slim case (4 TE, 20 mm), fully enclosed
- Very high reliability

Safety-approved to IEC/EN 60950-1 and UL/CSA 60950-1 2nd Ed.



Description

These extremely compact DC-DC converters incorporate all necessary input and output filters, signaling and protection features, which are required in the majority of applications. The converters provide important advantages, such as flexible output power through total current limitation, extremely high efficiency, excellent reliability, very low ripple and RFI noise levels, full input-to-output isolation, negligible inrush current, soft start, over temperature protection, interruption time, and input over- and undervoltage lockout.

The converters are particularly suitable for rugged environments, such as railway applications. They have been designed in accordance with the European railway standards EN 50155 and EN 50121-3-2. All printed circuit boards are coated with a protective lacquer. The converter covers a total input voltage range from 12.5 to 154 VDC in the same model. The input is protected against surges and transients occurring on the source lines. The outputs are continuously open- and short-circuit proof.

Full system flexibility and n+1 redundant operating mode are possible due to series or parallel connection capabilities of the

Table of Contents

	Page		Page
Model Selection	2	Immunity to Environmental Conditions	20
Functional Description	5	Mechanical Data	22
Electrical Input Data	8	Safety and Installation Instructions	23
Electrical Output Data	11	Description of Options	25
Auxiliary Functions	16	Accessories	26
Electromagnetic Compatibility (EMC)	18		

Copyright © 2015, Bel Power Solutions Inc. All rights reserved.

outputs under the specified conditions. When several converters with T option are connected in parallel, a single-wire connection between these converters ensures good current sharing. LEDs at the front panel and an isolated output OK signal indicate the status of the converter. Voltage suppressor diodes and an independent overvoltage monitor protect the outputs against an internally generated overvoltage.

The converters are designed using transformers with planar technology. The input voltage is fed to a booster, which generates approximately 70 V. If V_i is higher, the booster becomes simply a diode. The resulting intermediate voltage supplies the powertrains.

There are two powertrains fitted to a converter, each consisting either of a regulated single output with synchronous rectifier or of a regulated main output with a tracking second output. The output power may be flexibly distributed among

the main and the tracking output of each powertrain. Close magnetic coupling in the transformers and output inductors together with circuit symmetry ensure a small deviation between main and tracking output.

A storage capacitor charged to approx. 70 V enables the powertrains to operate during the specified interruption time.

As part of a distributed power supply system, the low-profile design significantly reduces the required volume without sacrificing high reliability. The converters are particularly suitable for 19" rack systems occupying 3U/4 TE only, but they can also be chassis-mounted by screws or fitted with a heat sink. The connector type is H15. The fully enclosed black-coated aluminum case acts as heat sink and RFI shield, such protecting the converter together with the coating of all components against environmental impacts.

Model Selection

Note: Only standard models are listed. Other voltage configurations are possible on request.

At present, only the models HP2660, HP3060, and HP4660 are available. Other models are in preparation.

Table 1: Model types

Output 1, 4			Output 2, 3			Input voltage			η_{24}^1		η_{110}^2		Model	Options
$V_{o\ nom}$ [V]	$P_{o\ nom}^5$ [W]	$P_{o\ 50}^6$ [W]	$V_{o\ nom}$ [V]	$P_{o\ nom}^5$ [W]	$P_{o\ 50}^6$ [W]	$V_{i\ min}^3$ [V]	$V_{i\ cont}$ [V]	$V_{i\ max}^3$ [V]	min [%]	typ [%]	min. [%]	typ [%]		
5.1 12 15 24	122 140 140 140		- - - -	- - - -	- - - -								HP1001-9RTG HP1301-9RTG HP1501-9RTG HP1601-9RTG	U, V, B
5.1 5.1 5.1 12 15 24	61 61 61 70 70 60		5.1 12 15 12 15 24	61 70 70 70 70 60		12.5	16.8 – 137.5	154	86.5	87.5	87	88	HP2001-9RG HP2020-9RG HP2040-9RG HP2320-9RG HP2540-9RG HP2660-9RG	U, V, T ⁷ B
5.1 5.1 5.1	61 61 61		12, 12 ⁴ 15, 15 ⁴ 24, 24 ⁴	60 60 60	96	12.5	16.8 – 137.5	154	86.5	87.5	87	88.5	HP3020-9RG HP3040-9RG HP3060-9RG	
12, 12 ⁴ 15, 15 ⁴ 24, 24 ⁴	60 60 60	96	12, 12 ⁴ 15, 15 ⁴ 24, 24 ⁴	60 60 60	96	12.5	16.8 – 137.5	154	86.5	87.5	87	88	HP4320-9RG HP4540-9RG HP4660-9RG	U, V, B

¹ Efficiency at $T_A = 25\ ^\circ\text{C}$, $V_i = 24\ \text{V}$, $I_o\ nom$, $V_o\ nom$

² Efficiency at $T_A = 25\ ^\circ\text{C}$, $V_i = 110\ \text{V}$, $I_o\ nom$, $V_o\ nom$

³ Short time; see table 2 for details!

⁴ Isolated tracking output

⁵ $P_{o\ nom}$ is specified at $T_{amb} = 71\ ^\circ\text{C}$

⁶ $P_{o\ 50}$ is specified at $T_{amb} = 50\ ^\circ\text{C}$ and $V_i = \geq 20\ \text{V}$. For $V_i = \leq 20$, only 90% of $P_{o\ 50}$ are continuously possible.

⁷ Option T is available for single-output powertrains only.

50-200 Watts

ICH/IFH Series



- 2:1 & 4:1 Input Ranges
- Efficiency up to 90%
- Single Output
- -40 °C to +100 °C Operating Temperature
- Continuous Short Circuit Protection
- Five-sided Metal Case
- 3 Year Warranty

Specification

Input

Input Voltage Range	• See tables
Input Current (no load)	• See tables
Input Reverse Voltage Protection	• None
Input Filter	• Pi network
Undervoltage Lockout	• 2:1 Input Models: 12 Vin, power up 8.8 V, down 8.0 V 24 Vin, power up 17.0 V, down 16.0 V 48 Vin, power up 34.0 V, down 32.5 V 4:1 Input Models: 24 Vin, power up 8.8 V, down 8.0 V 48 Vin, power up 17.0 V, down 16.0 V

Output

Output Voltage Trim	• $\pm 10\%$
Initial Set Accuracy	• $\pm 1\%$ max (ICH100: $\pm 1.5\%$)
Line Regulation	• $\pm 0.2\%$ max measured from high line to low line
Load Regulation	• $\pm 0.2\%$ max measured from 0-100% load
Transient Response	• 5% max deviation, recovery to within 1% in 500 μ s, 25% step load change
Ripple & Noise	• 3.3 & 5 V models: 100 mV pk-pk 12 & 15 V models: 150 mV pk-pk 24, 28 & 48 V models: 1% max pk-pk ICH50/75 - 3.3 V, 5 V models: 75 mV 12 V, 15 V models: 100 mV 20 MHz bandwidth (see note 3)
Oversvoltage Protection	• 115-140%
Short Circuit Protection	• ICH50/75/100W/IFH200-: Trip & restart (hiccup mode) with auto recovery ICH50W/75W/100/150 & IFH200: Current limit, auto recovery
Temperature Coefficient	• $\pm 0.03\%/^{\circ}\text{C}$
Current Limit	• IFH200: 110-150% nominal output, all other models: 110-160% nominal output
Remote On/Off	• See note 1 & 2
Thermal Shutdown	• ICH50/50W/75/75W/100/150: Thermal shutdown when case temperature reaches 100 °C, auto recovery when case temperature < +60 °C ICH100W/IFH200: Thermal shutdown when case temperature reaches 105 °C, auto recovery when case temperature < +90 °C

General

Efficiency	• See tables
Isolation Voltage	• 1500 VDC Input to Output 1500 VDC Input to Case 1500 VDC Output to Case
Isolation Resistance	• 10^7 ohms min
Switching Frequency	• ICH50/75 12-24V models: 400 kHz typical ICH50/75 48 V models: 300 kHz typical ICH50W/75W: 300 kHz typical ICH100/ICH150: 500 kHz typical ICH100W: 250 kHz typical IFH200: 350 kHz typical
Power Density	• ICH50: 18.3 W/in ³ ICH75: 27.4 W/in ³ ICH100: 36.6 W/in ³ ICH150: 54.8 W/in ³ IFH200: 34.8 W/in ³
MTBF	• ≥ 790 kHrs to MIL-HDBK-217F at 25 °C, GB

Environmental

Operating Case Temperature	• -40 °C to +100 °C, see derating curve
Storage Temperature	• ICH50/75: -55 °C to +105 °C ICH100/150 & IFH200: -40 °C to +105 °C
Shock	• 30 g pk, half sine wave for 18 ms, 3 pulses per face, all 6 faces tested on all 3 axes
Vibration	• 5-500 Hz at 3 g, 10 mins per axis

EMC & Safety

Emissions	• EN55032, level A conducted with external components
ESD Immunity	• EN61000-4-2, level 2 Perf Criteria A
EFT/Burst	• EN61000-4-4, level 1, Perf Criteria A
Surge	• EN61000-4-5, installation class 1, Perf Criteria A
Conducted Immunity	• EN61000-4-6, 3 V rms Perf Criteria A
Magnetic Field	• EN61000-4-8, 1 A/m, Perf Criteria A
Safety Approvals	• UL60950-1

Models and Ratings

ICH/IFH Series 

DC-DC

Input Voltage	Output Voltage	Output Current	Input Current ^(a)		Efficiency	Model Number ^{(a),(b)}
			No Load	Full Load		
9-18 VDC (12 V nominal)	3.3 V	10.00 A	50 mA	3525 mA	78%	ICH5012S3V3
	5.0 V	10.00 A	50 mA	5145 mA	81%	ICH5012S05
	12.0 V	4.16 A	50 mA	4950 mA	84%	ICH5012S12
	15.0 V	3.33 A	50 mA	4950 mA	84%	ICH5012S15
	24.0 V	2.08 A	50 mA	4950 mA	84%	ICH5012S24
18-36 VDC (24 V nominal)	3.3 V	10.00 A	50 mA	1740 mA	79%	ICH5024S3V3
	5.0 V	10.00 A	50 mA	2540 mA	82%	ICH5024S05
	12.0 V	4.16 A	50 mA	2450 mA	85%	ICH5024S12
	15.0 V	3.33 A	50 mA	2450 mA	85%	ICH5024S15
	24.0 V	2.08 A	50 mA	2419 mA	86%	ICH5024S24
36-75 VDC (48 V nominal)	3.3 V	10.00 A	50 mA	870 mA	79%	ICH5048S3V3
	5.0 V	10.00 A	50 mA	1250 mA	83%	ICH5048S05
	12.0 V	4.16 A	50 mA	1220 mA	85%	ICH5048S12
	15.0 V	3.33 A	50 mA	1220 mA	85%	ICH5048S15
	24.0 V	2.08 A	50 mA	1209 mA	86%	ICH5048S24

Input Voltage	Output Voltage	Output Current	Input Current ^(a)		Efficiency	Model Number ^(a)
			No Load	Full Load		
9-36 VDC (24 V nominal)	3.3 V	10.00 A	50 mA	1785 mA	77%	ICH5024WS3V3
	5.0 V	10.00 A	50 mA	2570 mA	81%	ICH5024WS05
	12.0 V	4.16 A	50 mA	2510 mA	83%	ICH5024WS12
	15.0 V	3.33 A	50 mA	2510 mA	83%	ICH5024WS15
	24.0 V	2.08 A	50 mA	2510 mA	83%	ICH5024WS24
18-75 VDC (48 V nominal)	3.3 V	10.00 A	50 mA	880 mA	78%	ICH5048WS3V3
	5.0 V	10.00 A	50 mA	1270 mA	82%	ICH5048WS05
	12.0 V	4.16 A	50 mA	1240 mA	84%	ICH5048WS12
	15.0 V	3.33 A	50 mA	1240 mA	84%	ICH5048WS15
	24.0 V	2.08 A	50 mA	1240 mA	84%	ICH5048WS24
	48.0 V	1.04 A	50 mA	1238 mA	84%	ICH5048WS48

Input Voltage	Output Voltage	Output Current	Input Current ^(a)		Efficiency	Model Number ^{(a),(b)}
			No Load	Full Load		
9-18 VDC (12 V nominal)	3.3 V	15.00 A	50 mA	5290 mA	78%	ICH7512S3V3
	5.0 V	15.00 A	50 mA	7715 mA	81%	ICH7512S05
	12.0 V	6.25 A	50 mA	7440 mA	84%	ICH7512S12
	15.0 V	5.00 A	50 mA	7440 mA	84%	ICH7512S15
	24.0 V	3.13 A	50 mA	7440 mA	84%	ICH7512S24
18-36 VDC (24 V nominal)	3.3 V	15.00 A	50 mA	2610 mA	79%	ICH7524S3V3
	5.0 V	15.00 A	50 mA	3810 mA	82%	ICH7524S05
	12.0 V	6.25 A	50 mA	3675 mA	85%	ICH7524S12
	15.0 V	5.00 A	50 mA	3675 mA	85%	ICH7524S15
	24.0 V	3.13 A	50 mA	3640 mA	86%	ICH7524S24
36-75 VDC (48 V nominal)	3.3 V	15.00 A	50 mA	1305 mA	79%	ICH7548S3V3
	5.0 V	15.00 A	50 mA	1883 mA	83%	ICH7548S05
	12.0 V	6.25 A	50 mA	1838 mA	85%	ICH7548S12
	15.0 V	5.00 A	50 mA	1838 mA	85%	ICH7548S15
	24.0 V	3.13 A	50 mA	1820 mA	86%	ICH7548S24

Input Voltage	Output Voltage	Output Current	Input Current ^(a)		Efficiency	Model Number ^(a)
			No Load	Full Load		
9-36 VDC (24 V nominal)	3.3 V	15.00 A	50 mA	2611 mA	79%	ICH7524WS3V3
	5.0 V	15.00 A	50 mA	3811 mA	82%	ICH7524WS05
	12.0 V	6.25 A	50 mA	3765 mA	83%	ICH7524WS12
	15.0 V	5.00 A	50 mA	3720 mA	84%	ICH7524WS15
	24.0 V	3.12 A	50 mA	3720 mA	84%	ICH7524WS24
18-75 VDC (24 V nominal)	3.3 V	15.00 A	50 mA	1289 mA	80%	ICH7548WS3V3
	5.0 V	15.00 A	50 mA	1883 mA	83%	ICH7548WS05
	12.0 V	6.25 A	50 mA	1860 mA	84%	ICH7548WS12
	15.0 V	5.00 A	50 mA	1838 mA	85%	ICH7548WS15
	24.0 V	3.12 A	50 mA	1835 mA	85%	ICH7548WS24
	48.0 V	1.56 A	50 mA	1860 mA	84%	ICH7548WS48

POWERING THE WORLD'S CRITICAL SYSTEMS



500W Single Output DC-DC Converter

SD-500 series



■ Features :

- DC input active surge current limiting
- Wide 4:1~2:1 DC input range (24V: 19~72VDC, 96V:72~144VDC)
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature / Input polarity(by fuse)
- 2000VAC I/O Isolation
- Forced air cooling by built-in DC fan with fan speed control function
- Output OK Signal
- Built-in remote ON-OFF control
- Built-in remote sense function
- 3 years warranty

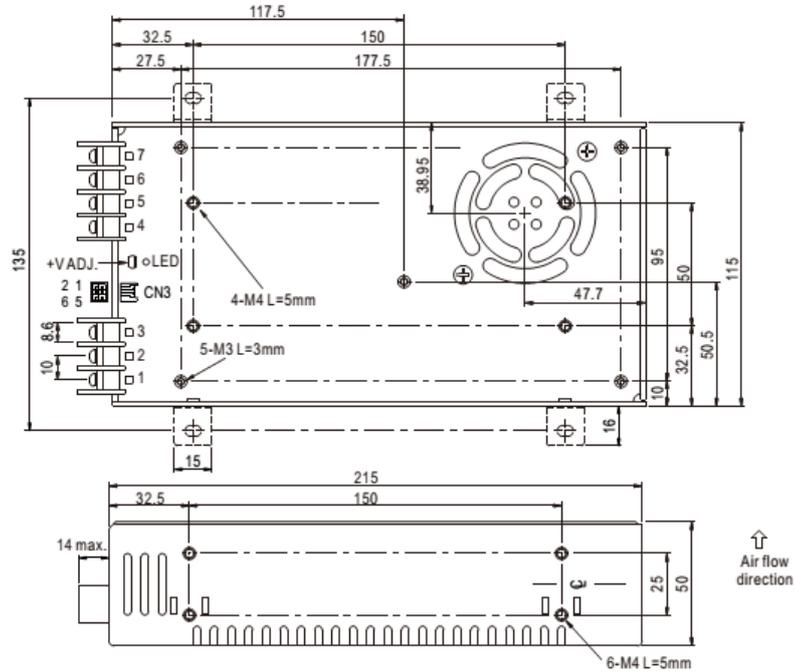


SPECIFICATION

MODEL	SD-500L-12	SD-500L-24	SD-500L-48	SD-500H-12	SD-500H-24	SD-500H-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	12V	24V	48V	12V	24V	48V
	RATED CURRENT	40A	21A	10.5A	40A	21A	10.5A
	CURRENT RANGE	0 ~ 40A	0 ~ 21A	0 ~ 10.5A	0 ~ 40A	0 ~ 21A	0 ~ 10.5A
	RATED POWER	480W	504W	504W	480W	504W	504W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	11 ~ 15V	23 ~ 30V	46 ~ 60V	11 ~ 15V	23 ~ 30V	46 ~ 60V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
SETUP, RISE TIME	500ms, 50ms at full load						
INPUT	VOLTAGE RANGE Note.5	19 ~ 72VDC			72 ~ 144VDC		
	EFFICIENCY (Typ.)	86%	88%	89%	87%	89%	90%
	DC CURRENT (Typ.)	24.2A/19VDC	24.8A/24VDC	12A/48VDC	8A/72VDC	6A/96VDC	
	CURRENT (AT NO LOAD)	Max. 0.2A/48VDC			Max. 0.1A/96VDC		
INRUSH CURRENT (Typ.)	60A/48VDC			60A/96VDC			
PROTECTION	OVERLOAD	105 ~ 125% rated output power Protection type : Constant current limiting, shut down o/p voltage after about 5 sec., re-power on to recover					
	OVER VOLTAGE	16 ~ 19V	30.8 ~ 35.2V	62 ~ 68V	16 ~ 19V	30.8 ~ 35.2V	62 ~ 68V
	OVER TEMPERATURE	Shut down o/p voltage, recovers automatically after temperature goes down					
FUNCTION	REMOTE ON/OFF CONTROL	Please refer to function manual					
	OUTPUT OK SIGNAL	Open collector signal low when PSU turns on, max. sink current :10mA					
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to "Derating Curve")					
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing					
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH					
	TEMP. COEFFICIENT	±0.02%/°C (0 ~ 50°C)					
SAFETY & EMC (Note 4)	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes					
	SAFETY STANDARDS	IEC60950-1 CB approved by TUV					
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:2KVAC I/P-FG:2KVAC O/P-FG:0.5KVAC					
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH					
	EMC EMISSION	Compliance to EN55032 (CISPR32) Class B					
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,6,8, light industry level, criteria A					
	MTBF	196.3K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)					
	DIMENSION	215*115*50mm (L*W*H)					
	PACKING	1.15Kg; 12pcs/14.8Kg/0.92CUFT					
NOTE	<ol style="list-style-type: none"> 1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 48, 96VDC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. All the EMC tests are been executed by mounting the unit on a 360mm*360mm metal plate with 1mm of thickness. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on http://www.meanwell.com) 5. Derating may be needed under low input voltages. Please check the derating curve for more details. 						

Mechanical Specification

Case No. 912A Unit:mm



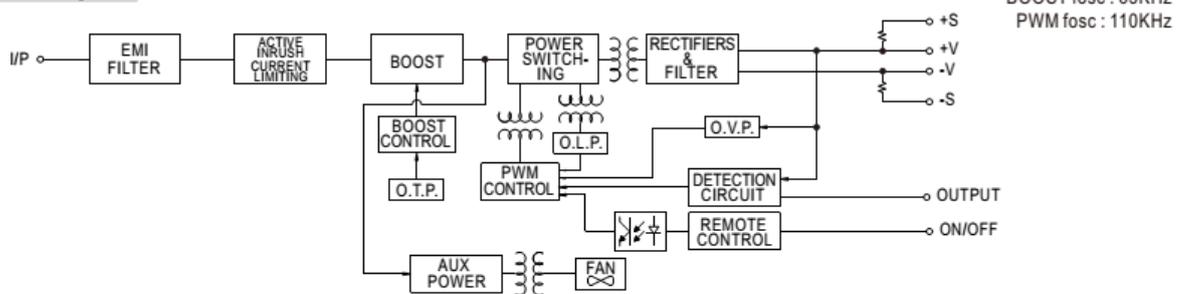
DC Input Terminal Pin No. Assignment

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	DC INPUT V+	4,5	-V
2	DC INPUT V-	6,7	+V
3	FG \pm		

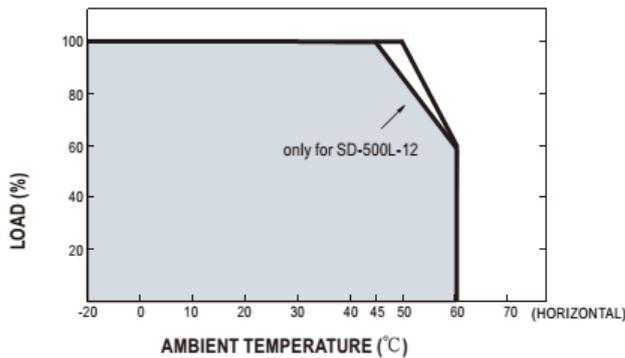
Control Pin No. Assignment (CN3) : HRS DF11-6DP-2DS or equivalent

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment	Mating Housing	Terminal
1	+S	4	GND	HRS DF11-6DS or equivalent	JST SPHD-002T-P0.5 or equivalent
2	-S	5	RC		
3	OUTPUT OK	6	RCG		

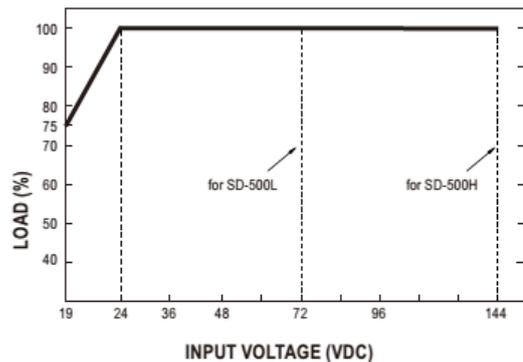
Block Diagram



Derating Curve



Static Characteristics

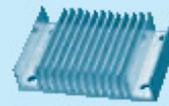


DHS100B

DH S 100 B 05 -□



* Providing heat sink as option



- ① Series name
- ② Single output
- ③ Output wattage
- ④ B : DC200-400V
- ⑤ Output voltage
- ⑥ Optional
- T : with Mounting hole (φ3.4 thru)

MODEL	DHS100B03	DHS100B05	DHS100B12	DHS100B15	DHS100B24	DHS100B28
MAX OUTPUT WATTAGE[W]	66.0	100.0	100.8	100.5	100.8	100.8
DC OUTPUT	3.3V 20A	5V 20A	12V 8.4A	15V 6.7A	24V 4.2A	28V 3.6A

SPECIFICATIONS

	MODEL	DHS100B03	DHS100B05	DHS100B12	DHS100B15	DHS100B24	DHS100B28	
INPUT	VOLTAGE[V]	DC200 - 400						
	CURRENT[A]	*1 0.30A	0.44A	0.42A	0.42A	0.42A	0.42A	
	EFFICIENCY[%]	*1 79.0typ	82.0typ	85.0typ	86.0typ	86.0typ	86.0typ	
	VOLTAGE[V]	3.3	5	12	15	24	28	
OUTPUT	CURRENT[A]	20	20	8.4	6.7	4.2	3.6	
	LINE REGULATION[mV]	10max	10max	24max	30max	48max	56max	
	LOAD REGULATION[mV]	10max	10max	24max	30max	48max	56max	
	RIPPLE[mVp-p]	0 to +100°C *2	80max	80max	120max	120max	120max	120max
		-40 to 0°C *2	120max	120max	150max	150max	150max	150max
		0 to 100% *2	160max	160max	240max	240max	240max	240max
	RIPPLE NOISE[mVp-p]	0 to +100°C *2	120max	120max	150max	150max	150max	150max
		-40 to 0°C *2	200max	200max	200max	200max	250max	250max
		0 to 100% *2	240max	240max	300max	300max	300max	300max
	TEMPERATURE REGULATION[mV]	0 to +65°C	35max	50max	120max	150max	240max	280max
		-40 to +100°C	66max	100max	240max	300max	480max	560max
	DRIFT[mV]	*3	16max	20max	40max	60max	90max	90max
START-UP TIME[ms]	200max (DCIN 280V, I _o = 100%)							
OUTPUT VOLTAGE ADJUSTMENT RANGE[V] **	Fixed (TRM pin open), adjustable by external VR or external voltage							
	2.97 - 3.96	4.50 - 6.00	10.80 - 13.20	13.50 - 16.50	21.60 - 26.40	25.20 - 30.80		
	3.30 - 3.40	4.97 - 5.13	11.91 - 12.29	14.76 - 15.24	23.62 - 24.38	27.56 - 28.44		
OUTPUT VOLTAGE SETTING[V]								
PROTECTION CIRCUIT AND OTHERS	OVERCURRENT PROTECTION	Works over 105% of rating and recovers automatically						
	OVERVOLTAGE PROTECTION[V]	4.20 - 5.70	6.30 - 7.60	13.90 - 17.55	17.25 - 21.75	27.60 - 34.80	32.20 - 40.60	
	REMOTE SENSING	None						
	REMOTE ON/OFF	Provided (Negative Logic L : ON, H : OFF)						
ISOLATION	INPUT-OUTPUT	AC3,000V 1minute, Cutoff current = 10mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)						
	INPUT-FG	AC2,000V 1minute, Cutoff current = 10mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)						
	OUTPUT-FG	AC500V 1minute, Cutoff current = 100mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)						
ENVIRONMENT	OPERATING TEMP,HUMID,AND ALTITUDE	-40 to +100°C (On aluminum base plate), 20 - 95%RH (Non condensing) (Refer to DERATING CURVE), 3,000m (10,000 feet) max						
	STORAGE TEMP,HUMID,AND ALTITUDE	-40 to +100°C, 20 - 95%RH (Non condensing), 9,000m (30,000 feet) max						
	VIBRATION	10 - 55Hz, 49.0m/s ² (5G), 3minutes period, 60minutes each along X, Y and Z axis						
	IMPACT	196.1m/s ² (20G), 11ms, once each along X, Y and Z axis						
SAFETY	AGENCY APPROVALS	UL60950-1, C-UL, EN60950-1						
OTHERS	CASE SIZE/WEIGHT	58.4 X 12.7 X 37.3mm [2.3 X 0.5 X 1.47 inches] (W X H X D) / 60g max						
	COOLING METHOD	Conduction cooling (e.g. heat radiation from the aluminum base plate to the attached heat sink)						

*1 At rated input(DC280V) and rated load.

*2 Ripple and ripple noise is measured by using measuring board. Refer to the manual.

*3 Drift is the change in DC output for an eight hour period after a half-hour warm-up at 25°C, with the input voltage held constant at the rated input/output.

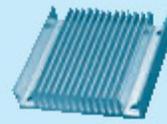
*4 Refer to the manual for input range.

DHS200A

DH S 200 A 05 -□



* Providing heat sink as option



- ① Series name
- ② Single output
- ③ Output wattage
- ④ A: DC60-160V
- ⑤ Output voltage
- ⑥ Optional
- ⑦ with Mounting hole (φ3.4 thru)

MODEL	DHS200A05	DHS200A12	DHS200A15	DHS200A24
MAX OUTPUT WATTAGE[W]	200.0	200.4	201.0	201.6
DC OUTPUT	5V 40A	12V 16.7A	15V 13.4A	24V 8.4A

SPECIFICATIONS

	MODEL	DHS200A05	DHS200A12	DHS200A15	DHS200A24	
INPUT	VOLTAGE[V]	DC60 - 160				
	CURRENT[A]	2.1A	2.1A	2.1A	2.1A	
	EFFICIENCY[%]	87.0typ	88.0typ	88.0typ	88.0typ	
OUTPUT	VOLTAGE[V]	5	12	15	24	
	CURRENT[A]	40	16.7	13.4	8.4	
	LINE REGULATION[mV]	10max	24max	30max	48max	
	LOAD REGULATION[mV]	10max	24max	30max	48max	
	RIPPLE[mVp-p]	0 to +100°C	80max	120max	120max	120max
		-40 to 0°C	120max	150max	150max	150max
		0 to 100°C	160max	240max	240max	240max
	RIPPLE NOISE[mVp-p]	0 to +100°C	120max	150max	150max	150max
		-40 to 0°C	200max	200max	200max	250max
		0 to 100°C	240max	300max	300max	300max
	TEMPERATURE REGULATION[mV]	0 to +65°C	50max	120max	150max	240max
		-40 to +100°C	100max	240max	300max	480max
DRIFT[mV]		20max	40max	60max	90max	
START-UP TIME[ms]		200max (DCIN 110V, Io=100%)				
OUTPUT VOLTAGE ADJUSTMENT RANGE[V]		Fixed (TRM pin open), adjustable by external VR or external voltage				
OUTPUT VOLTAGE SETTING[V]		3.00 - 6.00	7.20 - 13.20	9.00 - 16.50	14.40 - 26.40	
		4.97 - 5.13	11.91 - 12.29	14.76 - 15.24	23.62 - 24.38	
PROTECTION CIRCUIT AND OTHERS	OVERCURRENT PROTECTION	Works over 105% of rating and recovers automatically				
	OVERVOLTAGE PROTECTION[V]	6.30 - 7.30	13.90 - 16.35	17.25 - 20.25	27.60 - 32.40	
	REMOTE SENSING	Provided				
	REMOTE ON/OFF	Provided (Negative Logic L : ON, H :OFF)				
ISOLATION	INPUT-OUTPUT	AC3,000V 1minute, Cutoff current ≧ 10mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)				
	INPUT-FG	AC2,000V 1minute, Cutoff current ≧ 10mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)				
	OUTPUT-FG	AC500V 1minute, Cutoff current ≧ 100mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)				
ENVIRONMENT	OPERATING TEMP,HUMID,AND ALTITUDE	-40 to +100°C (On aluminum base plate), 20 - 95%RH (Non condensing) (Refer to DERATING CURVE), 3,000m (10,000 feet) max				
	STORAGE TEMP,HUMID,AND ALTITUDE	-40 to +100°C, 20 - 95%RH (Non condensing), 9,000m (30,000 feet) max				
	VIBRATION	10 - 55Hz, 49.0m/s ² (5G), 3minutes period, 60minutes each along X, Y and Z axis Complies with IEC61373 Category 1 Class B				
	IMPACT	196.1m/s ² (20G), 11ms, once each along X, Y and Z axis Complies with IEC61373 Category 1 Class B				
SAFETY	AGENCY APPROVALS	UL60950-1, C-UL (CSA60950-1), EN60950-1				
OTHERS	CASE SIZE/WEIGHT	58.4 × 12.7 × 61mm [2.3 × 0.5 × 2.4 inches] (W × H × D) / 100g max				
	COOLING METHOD	Conduction cooling (e.g. heat radiation from the aluminum base plate to the attached heat sink)				

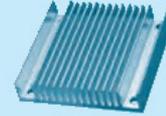
*1 At rated input(DC110V) and rated load.
 *2 Ripple and ripple noise is measured by using measuring board. Refer to the manual.
 *3 Drift is the change in DC output for an eight hour period after a half-hour warm-up at 25°C, with the input voltage held constant at the rated input/output.
 *4 Refer to the manual for input range.

DHS250B

DH S 250 B 05 □



*Providing heat sink as option



- ① Series name
- ② Single output
- ③ Output wattage
- ④ B : DC200-400V
- ⑤ Output voltage
- ⑥ Optional
- T : with Mounting hole (φ 3.4 thru)

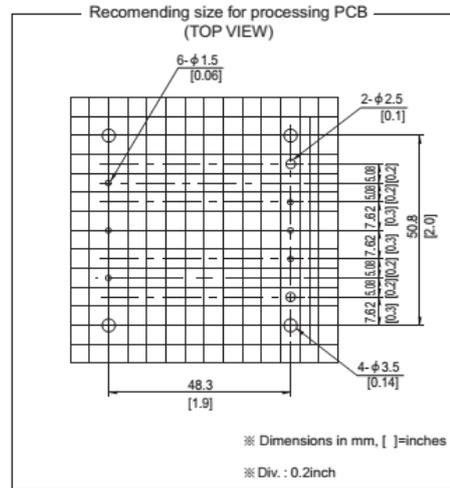
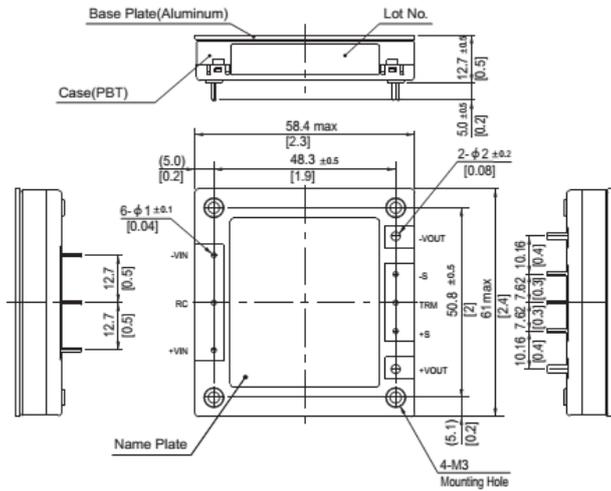
MODEL	DHS250B03	DHS250B05	DHS250B07	DHS250B12	DHS250B15	DHS250B24	DHS250B28	DHS250B48
MAX OUTPUT WATTAGE[W]	165.0	250.0	247.5	252.0	247.5	252.0	252.0	249.6
DC OUTPUT	3.3V 50A	5V 50A	7.5V 33A	12V 21A	15V 16.5A	24V 10.5A	28V 9.0A	48V 5.2A

SPECIFICATIONS

	MODEL	DHS250B03	DHS250B05	DHS250B07	DHS250B12	DHS250B15	DHS250B24	DHS250B28	DHS250B48	
INPUT	VOLTAGE[V]	DC200 - 400								
	CURRENT[A]	*1 0.67A	1.0A	1.0A	1.0A	1.0A	1.0A	1.0A	1.0A	
	EFFICIENCY[%]	*1 88.0typ	90.0typ	88.0typ	88.0typ	88.0typ	88.0typ	88.0typ	89.0typ	
OUTPUT	VOLTAGE[V]	3.3	5	7.5	12	15	24	28	48	
	CURRENT[A]	50	50	33	21	16.5	10.5	9.0	5.2	
	LINE REGULATION[mV]	10max	10max	20max	24max	30max	48max	56max	96max	
	LOAD REGULATION[mV]	10max	10max	20max	24max	30max	48max	56max	96max	
	RIPPLE[mVp-p]	0 to +100°C *2	80max	80max	100max	120max	120max	120max	120max	200max
		-40 to 0°C *2	120max	120max	130max	150max	150max	150max	150max	250max
		0 to 15% Load *2	160max	160max	200max	240max	240max	240max	240max	400max
	RIPPLE NOISE[mVp-p]	0 to +100°C *2	120max	120max	130max	150max	150max	150max	150max	250max
		-40 to 0°C *2	200max	200max	200max	200max	200max	250max	250max	400max
		0 to 15% Load *2	240max	240max	260max	300max	300max	300max	300max	500max
	TEMPERATURE REGULATION[mV]	0 to +65°C	35max	50max	70max	120max	150max	240max	280max	480max
		-40 to +100°C	66max	100max	140max	240max	300max	480max	560max	960max
DRIFT[mV]	*3	16max	20max	30max	40max	60max	90max	90max	180max	
START-UP TIME[ms]		200max (DCIN 280V, Io=100%)								
OUTPUT VOLTAGE ADJUSTMENT RANGE[V]	*4	Fixed (TRM pin open), adjustable by external VR or external voltage								
OUTPUT VOLTAGE SETTING[V]		1.98 - 3.96	3.00 - 6.00	4.50 - 8.25	7.20 - 13.20	9.00 - 16.50	14.40 - 26.40	16.80 - 30.80	28.80 - 52.80	
OVERCURRENT PROTECTION		Works over 105% of rating and recovers automatically								
OVERVOLTAGE PROTECTION[V]		4.20 - 4.85	6.30 - 7.30	8.70 - 10.20	13.90 - 16.35	17.25 - 20.25	27.60 - 32.40	32.20 - 37.80	55.20 - 64.80	
REMOTE SENSING		Provided								
REMOTE ON/OFF		Provided (Negative Logic L : ON, H : OFF)								
ISOLATION	INPUT-OUTPUT	AC3,000V 1minute, Cutoff current = 10mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)								
	INPUT-FG	AC2,000V 1minute, Cutoff current = 10mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)								
	OUTPUT-FG	AC500V 1minute, Cutoff current = 100mA, DC500V 50MΩ min (20±15°C)								
ENVIRONMENT	OPERATING TEMP., HUMID. AND ALTITUDE	-40 to +100°C (On aluminum base plate), 20 - 95%RH (Non condensing) (Refer to DERATING CURVE), 3,000m (10,000 feet) max								
	STORAGE TEMP., HUMID. AND ALTITUDE	-40 to +100°C, 20 - 95%RH (Non condensing), 9,000m (30,000 feet) max								
	VIBRATION	10 - 55Hz, 49.0m/s ² (5G), 3minutes period, 60minutes each along X, Y and Z axis								
	IMPACT	196.1m/s ² (20G), 11ms, once each along X, Y and Z axis								
SAFETY	AGENCY APPROVALS	UL60950-1, C-UL, EN60950-1								
OTHERS	CASE SIZE/WEIGHT	58.4 X 12.7 X 61mm [2.3 X 0.5 X 2.4 inches](W X H X D) / 100g max								
	COOLING METHOD	Conduction cooling (e.g. heat radiation from the aluminum base plate to the attached heat sink)								

- *1 At rated input(DC280V) and rated load.
- *2 Ripple and ripple noise is measured by using measuring board. Refer to the manual.
- *3 Drift is the change in DC output for an eight hour period after a half-hour warm-up at 25°C, with the input voltage held constant at the rated input/output.
- *4 Refer to the manual for input range.

External view



※ Dimensions in mm, []=inches
 ※ Div. : 0.2inch

- ※ Tolerance : ± 0.3 [± 0.012]
- ※ Weight : 100g max
- ※ Dimensions in mm, []=inches
- ※ Mounting hole screwing torque : $0.49\text{N} \cdot \text{m}$ ($5.0\text{kgf} \cdot \text{cm}$) max

Features

- ◆ Plug-in modules for 19"-subracks (3U and 6U height)
- ◆ Available DC-input voltage ranges 18-36, 36-75, 80-160 and 160-320VDC
- ◆ Also models with AC-input (see page 6)
- ◆ Standard output voltages: 5-250VDC up to 200A
- ◆ EMI compliance with EN 55022 class A
- ◆ Safety compliance to IEC/EN 60950
- ◆ Many options available, i.e. powerfail signals, ext. On/Off, redundant operation, wall mounting
- ◆ Customized version available on request
- ◆ 3-year product warranty



3U Models

The TSC series is a range high quality DC/DC converter qualified for demanding applications in industrial automation and telecom systems. The modular design allows very high flexibility of input/output configuration and application specific options at very reasonable cost even for low quantities. All models are constructed as rugged plug-in module for 19"-subrack (Euro cassette) with wall mounting as option.



6U Models

Models					
3U Height Modules		6U Height Modules			
Order Code	Output current max.	Order Code	Output current max.	Output voltage (adjust.range)	Input voltage range
TSC 2070	8 A	TSC 1270	30 A	5 VDC (4.5 – 5.5 VDC)	160 – 320 VDC
TSC 3070	20 A	TSC 1370	50 A		
TSC 5070	35 A	TSC 1570	80 A		
TSC 0670	50 A	TSC 3570	110 A		
TSC 6070	80 A	TSC 3770	165 A		
TSC 2670	100 A	TSC 3670	220 A		
TSC 2072	4 A	TSC 1272	15 A	12 VDC (11 – 13 VDC)	
TSC 3072	12 A	TSC 1372	30 A		
TSC 5072	20 A	TSC 1572	42 A		
TSC 0672	26 A	TSC 3572	56 A		
TSC 6072	40 A	TSC 3772	85 A		
TSC 2672	60 A	TSC 3672	115 A		
TSC 2074	2.4 A	TSC 1274	7.5 A	24 VDC (23 – 26 VDC)	
TSC 3074	6 A	TSC 1374	15 A		
TSC 5074	10 A	TSC 1574	23 A		
TSC 0674	14 A	TSC 3574	30 A		
TSC 6074	20 A	TSC 3774	50 A		
TSC 2674	30 A	TSC 3674	65 A		
		TSC 3874	100 A		
TSC 2079	1 A	TSC 1279	3.6 A	48 VDC (45 – 55 VDC)	
TSC 3079	2.7 A	TSC 1379	7.3 A		
TSC 5079	4.5 A	TSC 1579	11 A		
TSC 0679	6.5 A	TSC 3579	14 A		
TSC 6079	9 A	TSC 3779	23 A		
TSC 2679	15 A	TSC 3679	30 A		
		TSC 3879	45 A		
TSC 2077	0.5 A	TSC 1277	1.5 A	110 VDC (100 – 130 VDC)	
TSC 3077	1.2 A	TSC 1377	3 A		
TSC 5077	2 A	TSC 1577	4.5 A		
TSC 0677	3 A	TSC 3577	6.5 A		
TSC 6077	4 A	TSC 3777	10 A		
TSC 2677	6.5 A	TSC 3677	14 A		
		TSC 3877	20 A		
TSC 2078	0.25 A	TSC 1278	0.8 A	220 VDC (200 – 250 VDC)	
TSC 3078	0.6 A	TSC 1378	1.5 A		
TSC 5078	1 A	TSC 1578	2.4 A		
TSC 0678	1.5 A	TSC 3578	3.5 A		
TSC 6078	2 A	TSC 3778	5 A		
TSC 2678	3.2 A	TSC 3678	7 A		
		TSC 3878	10 A		

Height: 1U = 44.45 mm (1.75)

Other output voltages on request

All specifications valid at nominal input voltage, full load and +25°C after warm-up time unless otherwise stated.

Quattro Inverter/Charger 120V

3kVA - 10kVA

Lithium Ion battery compatible

www.victronenergy.com

Two AC inputs with integrated transfer switch

The Quattro can be connected to two independent AC sources, for example the public grid and a generator, or two generators. The Quattro will automatically connect to the active source.

Two AC Outputs

The main output has no-break functionality. The Quattro takes over the supply to the connected loads in the event of a grid failure or when shore/generator power is disconnected. This happens so fast (less than 20 milliseconds) that computers and other electronic equipment will continue to operate without disruption.

The second output is live only when AC is available on one of the inputs of the Quattro. Loads that should not discharge the battery, like a water heater for example, can be connected to this output.

Virtually unlimited power thanks to parallel operation

Up to 6 Quattro units can operate in parallel. Six units 48/10000/140, for example, will provide 48kW / 60kVA output power and 840 Amps charging capacity.

Three phase capability

Three units can be configured for three phase output. But that's not all: up to 6 sets of three units can be parallel connected to provide 144kW / 180kVA inverter power and more than 2500A charging capacity.

PowerControl – Dealing with limited generator, shore side or grid power

The Quattro is a very powerful battery charger. It will therefore draw a lot of current from the generator or shore side supply (16A per 5kVA Quattro at 230VAC). A current limit can be set on each AC input. The Quattro will then take account of other AC loads and use whatever is spare for charging, thus preventing the generator or mains supply from being overloaded.

PowerAssist – Boosting shore or generator power

This feature takes the principle of PowerControl to a further dimension allowing the Quattro to supplement the capacity of the alternative source. Where peak power is so often required only for a limited period, the Quattro will make sure that insufficient mains or generator power is immediately compensated for by power from the battery. When the load reduces, the spare power is used to recharge the battery.

Solar energy: AC power available even during a grid failure

The Quattro can be used in off grid as well as grid connected PV and other alternative energy systems. Loss of mains detection software is available.

System configuring

- In case of a stand-alone application, if settings have to be changed, this can be done in a matter of minutes with a DIP switch setting procedure.
- Parallel and three phase applications can be configured with VE.Bus Quick Configure and VE.Bus System Configurator software.
- Off grid, grid interactive and self-consumption applications, involving grid-tie inverters and/or MPPT Solar Chargers can be configured with Assistants (dedicated software for specific applications).

On-site Monitoring and control

Several options are available: Battery Monitor, Multi Control Panel, Ve.Net Blue Power panel, Color Control panel, smartphone or tablet (Bluetooth Smart), laptop or computer (USB or RS232).

Remote Monitoring and control

Victron Ethernet Remote, Venus GX and the Color Control Panel.

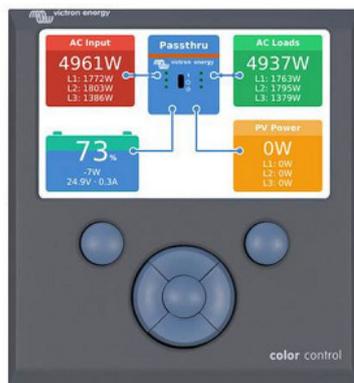
Data can be stored and displayed on our VRM (Victron Remote Management) website, free of charge.

Remote configuring

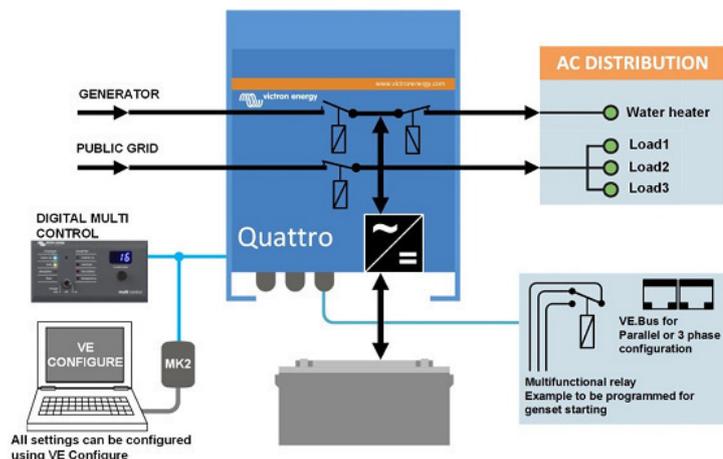
When connected to the Ethernet, systems with a Color Control panel can be accessed and settings can be changed.



Quattro
48/5000/70-100/100



Color Control panel, showing a PV application



Quattro	48/3000/35-50/50 120V	12/5000/220-100/100 120V 24/5000/120-100/100 120V 48/5000/70-100/100 120V	48/10000/140-100/100 120V
PowerControl / PowerAssist	Yes		
Integrated Transfer switch	Yes		
AC inputs (2x)	Input voltage range: 90-140 VAC Input frequency: 45 – 65 Hz Power factor: 1		
Maximum feed through current	2x 50 A	2x 100 A	2x 100 A
INVERTER			
Input voltage range	9,5 – 17 V 19 – 33V 38 – 66 V		
Output (1)	Output voltage: 120 VAC ± 2% Frequency: 60 Hz ± 0,1%		
Cont. output power at 25°C (3)	3000 VA	5000 VA	10000 VA
Cont. output power at 25°C	2400 W	4000 W	8000 W
Cont. output power at 40°C	2200 W	3700 W	6500 W
Cont. output power at 65°C	1700 W	3000 W	4500 W
Peak power	6000 W	10000 W	20000 W
Maximum efficiency	94 %	94 / 94 / 95 %	96 %
Zero load power	25 W	30 / 30 / 35 W	55 W
Zero load power in AES mode	20 W	20 / 25 / 30 W	35 W
Zero load power in Search mode	12 W	10 / 10 / 15 W	20 W
CHARGER			
Charge voltage 'absorption' (V DC)	57,6 V	14,4 / 28,8 / 57,6 V	57,6 V
Charge voltage 'float' (V DC)	55,2 V	13,8 / 27,6 / 55,2 V	55,2 V
Storage mode (V DC)	52,8 V	13,2 / 26,4 / 52,8 V	52,8 V
Charge current house battery (A) (4)	35 A	200 / 120 / 70 A	140 A
Charge current starter battery (A)	4 A (12V and 24V models only)		
Battery temperature sensor	Yes		
GENERAL			
Auxiliary output (5)	32 A	50 A	50 A
Programmable relay (6)	3x		
Protection (2)	a-g		
VE.Bus communication port	For parallel, split phase and three phase operation, remote monitoring and system integration		
General purpose com. port	2x		
Remote on-off	Yes		
Common Characteristics	Operating temp.: -40 to +65°C Humidity (non-condensing): max. 95%		
ENCLOSURE			
Common Characteristics	Material & Colour: aluminium (blue RAL 5012) Protection category: IP 21		
Battery-connection	Four M8 bolts (2 plus and 2 minus connections)		
230 V AC-connection	Screw terminals 13 mm ² (6 AWG)	Bolts M6	Bolts M6
Weight (kg)	42 lb 19 kg	75 / 66 / 66 lb 34 / 30 / 30 kg	128 lb 58 kg
Dimensions (hwxwd)	14.3 x 10.2 x 8.6 inch	18,5 x 14,0 x 11,2 inch	470 x 350 x 280 mm
	362 x 258 x 218 mm	17,5 x 13,0 x 9,6 inch	444 x 328 x 240 mm
		17,5 x 13,0 x 9,6 inch	444 x 328 x 240 mm
STANDARDS			
Safety	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1		
Emission, Immunity	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3		
Road vehicles	12V and 24V models: ECE R10-5		
Anti-islanding	See our website		
1) Can be adjusted to 60 Hz; 120 V 60 Hz on request	3) Non-linear load, crest factor 3:1		
2) Protection key:	4) At 25°C ambient		
a) output short circuit	5) Switches off when no external AC source available		
b) overload	6) Programmable relay that can a.o. be set for general alarm, DC under voltage or genset start/stop function		
c) battery voltage too high	AC rating: 230 V / 4 A		
d) battery voltage too low	DC rating: 4 A up to 35 VDC, 1 A up to 60 VDC		
e) temperature too high			
f) 230 VAC on inverter output			
g) input voltage ripple too high			



Digital Multi Control Panel

A convenient and low cost solution for remote monitoring, with a rotary knob to set PowerControl and PowerAssist levels.



Blue Power Panel

Connects to a Multi or Quattro and all VE.Net devices, in particular the VE.Net Battery Controller.

Graphical display of currents and voltages.

Computer controlled operation and monitoring

Several interfaces are available:



Color Control GX

Monitoring and control. Locally, and also remotely on the [VRM Portal](#).



MK3-USB VE.Bus to USB interface

Connects to a USB port ([see 'A guide to VEConfigure'](#))



VE.Bus to NMEA 2000 interface

Connects the device to a NMEA2000 marine electronics network. See the [NMEA2000 & MFD integration guide](#)



BMV-700 Battery Monitor

The BMV-700 Battery Monitor features an advanced microprocessor control system combined with high resolution measuring systems for battery voltage and charge/discharge current. Besides this, the software includes complex calculation algorithms, like Peukert's formula, to exactly determine the state of charge of the battery. The BMV-700 selectively displays battery voltage, current, consumed Ah or time to go.

Phoenix Inverters 3 kVA

(120V/60Hz)

www.victronenergy.com



**Phoenix Inverter
24/3000**

SinusMax - Superior engineering

Developed for professional duty, the Phoenix range of inverters is suitable for the widest range of applications. The design criteria have been to produce a true sine wave inverter with optimised efficiency but without compromise in performance. Employing hybrid HF technology, the result is a top quality product with compact dimensions, light in weight and capable of supplying power, problem free, to any load.

Extra start-up power

A unique feature of the SinusMax technology is very high start-up power. Conventional high frequency technology does not offer such extreme performance. Phoenix inverters, however, are well suited to power up difficult loads such as refrigeration compressors, electric motors and similar appliances.

Virtually unlimited power thanks to parallel 3-phase and split phase operation capability

Up to 6 units inverters can operate in parallel to achieve higher power output. Six 24/3000 units, for example, will provide 15 kW / 18 kVA output power. Operation in 3-phase or split phase configuration is also possible.

To transfer the load to another AC source: the automatic transfer switch

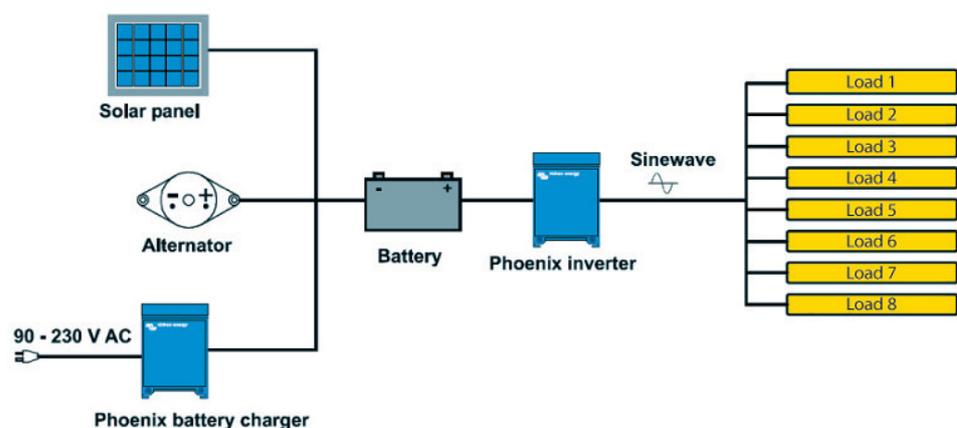
If an automatic transfer switch is required we recommend using the MultiPlus inverter/charger instead. The switch is included in these products and the charger function of the MultiPlus can be disabled. Computers and other electronic equipment will continue to operate without disruption because the MultiPlus features a very short switchover time (less than 20 milliseconds).

Computer interface

All models have a RS-485 port. All you need to connect to your PC is our MK3-USB VE.Bus to USB interface (see under accessories). Together with our VEConfigure software, which can be downloaded free of charge from our website, all parameters of the inverters can be customised. This includes output voltage and frequency, over and under voltage settings and programming the relay. This relay can for example be used to signal several alarm conditions, or to start a generator. The inverters can also be connected to VENet, the new power control network of Victron Energy, or to other computerised monitoring and control systems.

New applications of high power inverters

The possibilities of paralleled high power inverters are truly amazing. For ideas, examples and battery capacity calculations please refer to our book 'Energy Unlimited' (available free of charge from Victron Energy and downloadable from www.victronenergy.com).



Phoenix Inverter	12/3000	24/3000
Parallel, 3-phase and split-phase operation	Yes	
INVERTER		
Input voltage range (V DC)	9,5 – 17V	19 – 33V
Output	Output voltage: 120 VAC ±2% Frequency: 60 Hz ± 0,1% (1)	
Cont. output power at 25°C / 77°F (VA) (2)	3000	3000
Cont. output power at 25°C / 77°F (W)	2400	2400
Cont. output power at 40°C / 104°F (W)	2200	2200
Cont. output power at 65°C / 150°F (W)	1700	1700
Peak power (W)	6000	6000
Max. efficiency (%)	93	94
Zero load power (W)	20	20
Zero load power in AES mode (W)	15	15
Zero load power in Search mode (W)	8	10
GENERAL		
Programmable relay (3)	Yes	
Protection (4)	a - g	
VE.Bus communication port	For parallel and three phase operation, remote monitoring and system integration	
Remote on-off	Yes	
Common Characteristics	Operating temperature range: -40 to +65°C (-40 - 150°F) Humidity (non-condensing): max 95%	
ENCLOSURE		
Common Characteristics	Material & Colour: aluminium (blue RAL 5012) Protection category: IP 21	
Battery-connection	2+2 M8 bolts	
230 V AC-connection	Screw terminals	
Weight	18 kg 38 lbs	
Dimensions (hxxwxd)	362x258x218 mm 14.3x10.2x8.6 inch	
STANDARDS		
Safety	EN 60335-1	
Emission Immunity	EN 55014-1 / EN 55014-2	
1) Can be adjusted to 60 Hz and to 240 V 2) Non-linear load, crest factor 3:1 3) Programmable relay that can a.o. be set for general alarm, DC under voltage or genset start/stop function. AC rating: 230 V/4A DC rating: 4 A up to 35 VDC, 1 A up to 60 VDC	4) Protection key: a) output short circuit b) overload c) battery voltage too high d) battery voltage too low e) temperature too high f) 230 V AC on inverter output g) input voltage ripple too high	



Phoenix Inverter Control

This panel can also be used on a MultiPlus inverter/charger when an automatic transfer switch but no charger function is desired. The brightness of the LEDs is automatically reduced during night time.

Computer controlled operation and monitoring

Several interfaces are available:



Color Control GX

Provides monitor and control. Locally, and also remotely on the [VRM Portal](#).



MK3-USB VE.Bus to USB interface

Connects to a USB port (see ['A guide to VEConfigure'](#))



VE.Bus to NMEA 2000 interface

Connects the device to a NMEA2000 marine electronics network. See the [NMEA2000 & MFD integration guide](#)



BMV Battery Monitor

The BMV Battery Monitor features an advanced microprocessor control system combined with high resolution measuring systems for battery voltage and charge / discharge current. Besides this, the software includes complex calculation algorithms, like Peukert's formula, to exactly determine the state of charge of the battery. The BMV selectively displays battery voltage, current, consumed Ah or time to go. The monitor also stores a host of data regarding performance and use of the battery.

Several models available (see battery monitor documentation).



Standard Wire & Cable Co.

MIL-DTL-16878 Type B, B/N, C, C/N



CONDUCTOR: Stranded tinned copper. COLOR: See Color Code Chart No. 6 on page 21.
 INSULATION: PVC or PVC/nylon.
 USES: This wire is intended for use as a general purpose hook-up wire for electronic equipment operating over a temperature range of -55° C to 105° C. The temperature rating may be exceeded approximately 10° C when the wire is covered with a nylon jacket per MIL-DTL-16878.

AWG Size	Stranding	MIL-DTL-16878/1 Type B - 600 volt					MIL-DTL-16878/17 Type B/N - 600 volt				
		Catalog No.	Diameter PVC		Weight		Catalog No.	Diameter PVC/Nylon		Weight	
			(in)	(mm)	(lbs / 1000 ft)	(kgs / km)		(in)	(mm)	(lbs / 1000 ft)	(kgs / km)
30	7/38	500-0	0.031	0.787	0.83	1.24	500-0A	0.035	0.89	1.00	1.49
28	7/36	500-1	0.034	0.864	1.01	1.50	500-1A	0.038	0.97	1.18	1.76
26	7/34	500-11	0.038	0.965	1.53	2.28	500-11AA	0.042	1.07	1.70	2.53
26	19/38	500-11A	0.038	0.965	1.73	2.57	500-11AB	0.042	1.07	2.16	3.21
24	7/32	500-22	0.043	1.09	2.14	3.18	500-22AA	0.047	1.19	2.45	3.65
24	19/36	500-22A	0.043	1.09	2.26	3.36	500-22AB	0.047	1.19	2.57	3.82
22	7/30	500-33	0.049	1.24	2.98	4.43	500-33AA	0.053	1.35	3.33	4.96
22	19/34	500-33A	0.049	1.24	3.11	4.63	500-33AB	0.053	1.35	3.46	5.15
20	7/28	500-44	0.057	1.45	4.62	6.87	500-44AA	0.061	1.55	5.02	7.47
20	19/32	500-44A	0.057	1.45	4.77	7.10	500-44AB	0.061	1.55	5.17	7.69
18	19/30	500-55A	0.067	1.70	7.22	10.7	500-55AB	0.072	1.83	7.69	11.4
16	19/29	500-66	0.077	1.96	9.04	13.5	500-66AB	0.082	2.08	9.65	14.4
14	19/27	500-77	0.091	2.31	13.9	20.6	500-77AB	0.098	2.49	14.6	21.7

AWG Size	Stranding	MIL-DTL-16878/2 Type C - 1000 volt					MIL-DTL-16878/18 Type C/N - 1000 volt				
		Catalog No.	Diameter PVC		Weight		Catalog No.	Diameter PVC/Nylon		Weight	
			(in)	(mm)	(lbs / 1000 ft)	(kgs / km)		(in)	(mm)	(lbs / 1000 ft)	(kgs / km)
26	7/36	501-11	0.053	1.35	2.00	2.98	501-11AA	0.057	1.45	2.20	3.27
26	19/38	501-11A	0.053	1.35	2.10	3.12	501-11AB	0.057	1.45	2.60	3.87
24	7/32	501-22	0.058	1.47	2.61	3.88	501-22AA	0.062	1.57	3.04	4.52
24	19/36	501-22A	0.058	1.47	2.74	4.08	501-22AB	0.062	1.57	3.17	4.72
22	7/30	501-33	0.064	1.63	3.51	5.22	501-33AA	0.069	1.75	4.02	5.98
22	19/34	501-33A	0.064	1.63	3.64	5.42	501-33AB	0.069	1.75	4.15	6.18
20	7/28	501-44	0.072	1.83	5.19	7.72	501-44AA	0.078	1.98	5.87	8.73
20	19/32	501-44A	0.072	1.83	5.57	8.29	501-44AB	0.078	1.98	6.25	9.30
18	19/30	501-55A	0.082	2.08	8.17	12.2	501-55AB	0.088	2.24	10.0	14.9
16	19/29	501-66	0.091	2.31	9.98	14.9	501-66AB	0.098	2.49	10.6	15.7
14	19/27	501-77	0.105	2.67	15.2	22.6	501-77AB	0.112	2.84	16.0	23.8
12	19/25	501-88	0.124	3.15	22.7	33.7	501-88AB	0.137	3.48	23.9	35.5

Rancho Dominguez

2050 E. Vista Bella Way, Rancho Dominguez, CA 90220
 (310) 609-1811 • (800) 326-0006 • FAX: (310) 609-1862
 E-Mail: salesrd@standard-wire.com

Phoenix

3120 West Thomas Road, Bldg. #801, Phoenix, AZ 85017
 (602) 269-2501 • (800) 325-6478 • FAX: (602) 278-7134
 E-Mail: salesphx@standard-wire.com



Standard Wire & Cable Co.

MIL-DTL-16878 Two Conductor B/N, C/N, D/N Shielded



CONDUCTOR: Stranded tinned copper. SHIELD: Tinned copper braid.
 INSULATION: 105° C, PVC/nylon, white, black*. JACKET: PVC, white*.
 Conforms to MIL-DTL-16878. VOLTAGE: 600 V, 1000 V, 3000 V.

Type B/Nylon 600 volt

Catalog No.	AWG Size	Stranding	Nominal Diameter		Weight	
			(in)	(mm)	(lbs / 1000 ft)	(kgs / km)
500-12	26	7/34	0.132	3.35	14.0	20.8
500-23	24	7/32	0.142	3.61	16.5	24.6
500-23A	24	19/36	0.142	3.61	16.8	24.9
500-34A	22	19/34	0.158	4.01	20.4	30.4
500-45A	20	19/32	0.176	4.47	26.1	38.9
500-56A	18	19/30	0.202	5.13	34.4	51.1
500-67A	16	19/29	0.228	5.79	41.7	62.0
500-78A	14	19/27	0.264	6.71	55.9	83.1

Type C/Nylon 1000 volt

501-23	24	7/32	0.180	4.57	22.1	32.9
501-23A	24	19/36	0.180	4.57	22.3	33.2
501-34A	22	19/34	0.194	4.93	26.0	38.7
501-45A	20	19/32	0.216	5.49	33.0	49.1
501-56A	18	19/30	0.242	6.15	44.3	65.9
501-67A	16	19/29	0.266	6.76	49.2	73.3
501-78A	14	19/27	0.302	7.67	65.8	97.9
501-89A	12	19/25	0.352	8.94	88.9	132

Type D/Nylon 3000 volt

502-34A	22	19/34	0.258	6.55	40.8	60.7
502-45A	20	19/32	0.280	7.11	47.5	70.7
502-56A	18	19/30	0.302	7.67	55.3	82.3
502-67A	16	19/29	0.324	8.23	62.2	92.5
502-78A	14	19/27	0.364	9.25	80.7	120
502-89A	12	19/25	0.446	11.3	117	174
502-100A	10	37/26	0.504	12.8	157	233
502-111A	8	133/29	0.630	16.0	249	371

* Primary conductors are color coded per the requirements of MIL-C-7078 or MIL-C-915. Custom color coding is available upon request.

Rancho Dominguez

2050 E. Vista Bella Way, Rancho Dominguez, CA 90220
 (310) 609-1811 • (800) 326-0006 • FAX: (310) 609-1862
 E-Mail: salesrd@standard-wire.com

Phoenix

3120 West Thomas Road, Bldg. #801, Phoenix, AZ 85017
 (602) 269-2501 • (800) 325-6478 • FAX: (602) 278-7134
 E-Mail: salesphx@standard-wire.com



Standard Wire & Cable Co.

MIL-DTL-8777D (ASG) MS 25471 (ASG)*



CONDUCTOR: Stranded silver-plated copper. TEMPERATURE: 200° C.
 CONSTRUCTION: Silicone rubber and fiber braid. COLOR: Natural (tan), white.
 VOLTAGE: 600 V.

USES: A wire for high temperature use having good flexibility where abrasion, moisture, and fluid resistance are required.

Catalog No.	AWG Size	Stranding	Max Resistance @ 20°C (@68°F)		Maximum Diameter		Weight	
			(Ohms/ 1000 ft)	(Ohms/ km)	(in)	(mm)	(lbs / 1000 ft)	(kgs / km)
1105-3	22	19/34	15.2	49.9	0.090	2.29	5.80	8.63
1105-6	20	19/32	9.42	30.9	0.100	2.54	7.80	11.6
1105-9	18	19/30	6.03	19.8	0.115	2.92	10.8	16.1
1105-12	16	19/29	4.72	15.5	0.130	3.30	13.5	20.1
1105-15	14	19/27	2.99	9.81	0.150	3.81	20.0	29.8
1105-18	12	19/25	1.88	6.17	0.170	4.32	29.0	43.2
1105-21	10	49/27	1.16	3.81	0.200	5.08	45.0	67.0
1105-24	8	133/29	0.700	2.30	0.255	6.48	72.0	107
1105-27	6	133/27	0.436	1.43	0.310	7.87	107	159
1105-30	4	133/25	0.274	0.899	0.370	9.40	165	246
1105-33	2	665/30	0.179	0.587	0.445	11.3	262	390
1105-36	1	817/30	0.144	0.472	0.495	12.6	317	472
1105-39	1/0	1,045/30	0.114	0.374	0.550	14.0	390	580
1105-46	2/0	1,330/30	0.090	0.295	0.610	15.5	500	744

* MIL-DTL-27500 Basic Wire Specification: H (see Table I page 97)

Rancho Dominguez

2050 E. Vista Bella Way, Rancho Dominguez, CA 90220
 (310) 609-1811 • (800) 326-0006 • FAX: (310) 609-1862
 E-Mail: salesrd@standard-wire.com

Phoenix

3120 West Thomas Road, Bldg. #801, Phoenix, AZ 85017
 (602) 269-2501 • (800) 325-6478 • FAX: (602) 278-7134
 E-Mail: salesphx@standard-wire.com

Web Page: www.standard-wire.com

ANEXO D

Sistemas adicionales

Anexo D-1: Vehículo eléctrico

2018 Kia Soul EV Specifications

	EV	EV+
ENGINE		
Electric Motor	-	-
Motor Type	AC Synchronous Permanent Magnet Motor	AC Synchronous Permanent Magnet Motor
Voltage	360 V	360 V
Horsepower	109 hp (81.4 kW)	109 hp (81.4 kW)
Torque	210 lb.-ft. (285 Nm)	210 lb.-ft. (285 Nm)
ELECTRICAL SYSTEM		
High-Voltage Battery Pack	-	-
Battery Type	Lithium Ion Polymer	Lithium Ion Polymer
Battery Voltage (V)	375 V	375 V
Battery Capacity (Ah)	75 Ah	75 Ah
Battery Energy (kWh)	30 kWh	30 kWh
Battery Power (kW)	90 kW	90 kW
Cell-level energy density	206 Wh/kg	206 Wh/kg
Pack-level energy density	98.4 Wh/kg	98.4 Wh/kg
Weight	605 lbs.	605 lbs.
Volume (ℓ)	241 liters (8.6 cu.ft.)	241 liters (8.6 cu.ft.)
12V Battery	-	-
Battery Capacity	45AH	45AH
DRIVETRAIN		
Transmission Type	Gear Reduction Unit	Gear Reduction Unit
Final Gear Ratio (Constant)	8.206:1	8.206:1
CHARGING		
On-board charger (OBC)	6.6 kW	6.6 kW
Port locations	Behind front grille	Behind front grille
AC charge port with in Cable Control Box (ICCB)	120V (1.3kW)	120V (1.3kW)
AC charge port with Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)	208V - 240V (6.6kW)	208V - 240V (6.6kW)
DC fast charge port	480V (50kW)	480V (50kW)
Charging time	-	-
120V (1.3 kW)	33 Hours	33 Hours
240V (6.6kW)	5 Hour 10 Min - 6 Hours	5 Hour 10 Min - 6 Hours
480V (50 kW)	35 minutes (80%)	35 minutes (80%)
480V (50 kW)	46 minutes (90%)	46 minutes (90%)

G3R SERIES

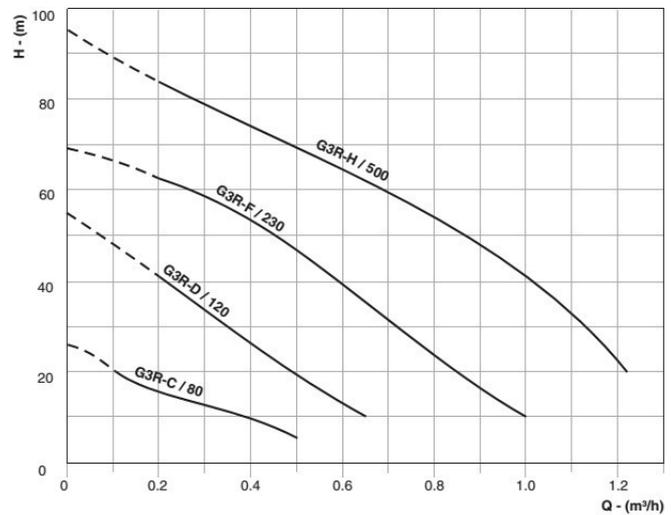
Specifications

Nominal Dia.	3"
Power range	80 - 500 W
Voltage	12 - 48 V, D.C.
Max. Head	95 m
Max. Discharge	1.2 m ³ /h
Max. Immersion depth	30 m
Motor type	Oil filled DC motor
Impeller	Screw type
Outlet size	¾"

Materials of Construction

Outlet	Stainless steel
Pump outer shell	Stainless steel
Motor outer shell	Stainless steel
Impeller	Stainless steel (Screw type)
Bearing	Ball bearing

Performance Curves



* Provide Non return valve (NRV) near the pump outlet to avoid water hammering / back flow of water.

Accessories supplied

Control box | Level sensor probes | Spare Screw impeller | Power cable to connect control box & PV Module | Cable splicing kit

Performance Table

Model	Voltage (V)	Power (W)	Reqd. PV Input Power (W)	Max. Head (m)	Head Range (m)	Flow Range (LPD)*
G3R-C / 80	12	80	105	27	21 - 5	400 - 2000
G3R-D / 120	24	120	160	54	45 - 10	800 - 2600
G3R-F / 230	36	230	300	69	62 - 10	800 - 4000
G3R-H / 500	48	500	650	95	85 - 22	800 - 4800

The above performance curve are plotted under testing with maximum input DC power.

* Flow range in LPD is calculated based on 4 hours bright sunny day.

In view of continuous developments, the information / descriptions / specifications / illustrations are subject to change without notice.

Anexo D-3: Calentador solar

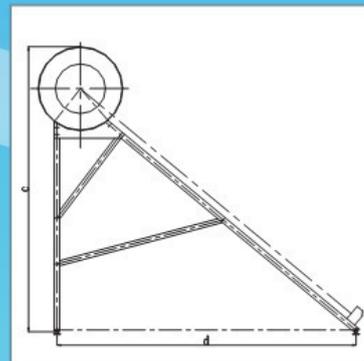
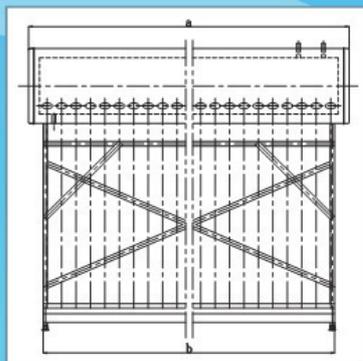
SFA Model: Thermosyphon Tubular Solar Water Heater



1st SUNFLOWER
RENEWABLE ENERGY

Description:

The design of this type uses the principle of Thermosyphon. It is a natural circulation process. This type uses double layers glass solar tubes. The water fills in the tubes, which in turn is heated in the tank (which can vary between 85 and 220litres) by convection. It has obvious advantages: with a tank and the fittings are very low-cost.



Item No.	Specification				Tank's Capacity	Total Capacity	Effective collector area M ²	size(mm)				Qty(set)	
	Diameter of water tank	Qty. of solar tubes	Diameter of solar tube	Length of solar tube				a	b	c	d	20'ft	40'ft
SFA42154715	Ø 420mm	15pcs	Ø 47mm	1.5M	84.2L	104.4L	1.25	1170	1060	1307	1346	77	157
SFA42184715	Ø 420mm	18pcs	Ø 47mm	1.5M	100.5L	124.7L	1.49	1380	1270	1307	1346	66	134
SFA42204715	Ø 420mm	20pcs	Ø 47mm	1.5M	111.4L	138.3L	1.66	1520	1410	1307	1346	60	122
SFA42244715	Ø 420mm	24pcs	Ø 47mm	1.5M	133.3L	165.5L	1.99	1800	1690	1307	1346	52	105
SFA42304715	Ø 420mm	30pcs	Ø 47mm	1.5M	166L	206.3L	2.49	2220	2110	1307	1346	42	85
SFA47155818	Ø 470mm	15pcs	Ø 58mm	1.8M	132.3L	172.9L	1.89	1348	1228	1594	1655	50	101
SFA47185818	Ø 470mm	18pcs	Ø 58mm	1.8M	148.6L	197.3L	2.27	1591	1471	1594	1655	43	87
SFA47205818	Ø 470mm	20pcs	Ø 58mm	1.8M	164.9L	219L	2.52	1753	1633	1594	1655	38	78
SFA47245818	Ø 470mm	24pcs	Ø 58mm	1.8M	197.5L	262.5L	3.03	2077	1957	1594	1655	33	68
SFA47305818	Ø 470mm	30pcs	Ø 58mm	1.8M	246.3L	327.5L	3.78	2563	2443	1594	1655	26	54

Features:

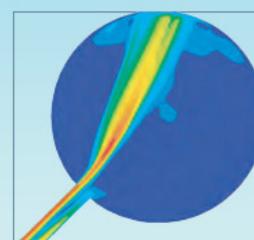
1. Beautiful in design and very convenient for family use.
2. Reliable and efficient with twin-glass solar tubes.
3. No corrosion: It can prevent corrosion caused by chlorine ion, sea water, salt water or buck water.
4. No leakage: Apply for special anti-corrosion layer.
5. Sanitary water: The qualities showed above make it possible that water quality is pure and no twice pollution.
6. Using the polyurethane to preserve heat, which makes people enjoy hot water in cold evenings.
7. Designing the immersion heater hole in advance for the cloudy, snowy, rainy days.
8. Easy plug-in installation.

Scope of Application:

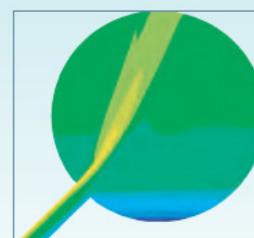
SFA is very popular in Asia, Africa, torrid zone and warm area.

Notice:

1. The angle of the frame can be changed in the production process according to the local latitude condition of the customers. We can design the suitable angle for customers.
2. We offer the spare accessories and tubes for your orders for free.
3. We can offer water tanks, frames and tubes in different materials according to your request.
4. We offer the fittings of this system, such as immersion heater, water supplier, magnesium and so on. You can buy according to your requirement.



VELOCITY



TEMPERATURE

ANEXO E

Resultado de cálculos instalación AC

Equipo	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de uso diario [h]	Energía [Wh/día]
Iluminarias	3	60	3	540
Cacerola	1	500	2	1000
Cafetera	1	600	0.5	300
TV	2	250	4	2000
Aspiradora	1	500	0.5	250
Cargador móvil	4	12	5	240
Laptop	2	90	4	720
Refrigeradora	1	200	6.5	1300
Aire acondicionado	1	600	4	2400
Microondas	1	1000	0.1	100
Horno	1	1500	1	1500
Lavavajilla	1	1080	1	1080
Lavadora	1	1200	1	1200
Plancha	1	1500	0.5	750
Total				13380

Tabla 1 Consumo energético Wh/día

Parámetro	V110 DC	V110 AC	Compuesta AC/DC	Compuesta Optimizada	V 110 AC Optimizada
Energía promedio diaria [Wh/día]	10978	16725	12063	8815	11063
Potencia mínima generador [W]	4179	6367	4592	3356	4211
Potencia generada [kW]	5.0	6.8	5.0	3.7	4.3
Voltaje planteado [V]	110	48	48	48	48
Total Módulos	16	22	16	12	14
Módulos en serie	4	2	2	2	2
Módulos en paralelo	4	11	8	6	7
Área [m ²]	39	54	39	29	34

Tabla 2 Parámetros generador fotovoltaico

Parámetro	V110 DC	V110 AC	Compuesta AC/DC	Compuesta Optimizada	V 110 AC Optimizada
Voltaje planteado [V]	110	48	48	48	48
V_B [V]	12	12	12	12	12
C_{72} [Ah]	223	223	223	223	223
C_{Bd} [Ah]	399	1394	1005	735	922
C_{Be} [Ah]	428	1493	1077	787	988
Baterías en serie	10	4	4	4	4
Baterías en paralelo	2	7	5	4	5
Total Baterías	20	28	20	16	20
Peso total [Kg]	1040	1456	1040	832	1060

Tabla 3 Parámetros sistema de almacenamiento de carga

Parámetro	V110 DC	V110 AC	Compuesta AC/DC	Compuesta Optimizada	V 110 AC Optimizada
Módulos en paralelo	4	11	8	6	7
Potencia total DC [W]	6944	9588	6936	4670	4308
Intensidad entrada regulador [A]	45.1	124.0	90.2	67.7	78.9
Intensidad salida regulador [A]	78.9	312.1	211.0	154.0	140.2
Regulador de carga [A]	80	200	80	80	80
Cantidad de reguladores	1	2	3	2	2

Tabla 4 Parámetros regulador de carga